

ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 42

ТОМ 1



ОДЕСА

2012



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 42, том 1, 2012

Наукове видання
серія
Технічні науки

Засновник:

Одеська національна
академія харчових
технологій

Засновано в Одесі
у 1937 р.

Відновлено з 1994 р.

Наукові праці ОНАХТ входять до нового Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Бюлетень ВАК України, № 5, 2010)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора *Капрельяниця Л.В.*, д-р техн. наук, професор

Відповідальний редактор *Станкевич Г.М.*, д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, проф.

Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р техн. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р техн. наук, проф.

Дідух Н.А., д-р техн. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р техн. наук, проф.

Осіпова Л.А., д-р техн. наук, доц.

Савенко І.І., д-р екон. наук, доц.

Павлов О.І., д-р екон. наук, доц.

Тележенко Л.М., д-р техн. наук, проф.

Черно Н.К., д-р техн. наук, проф.

Хобін В.А., д-р техн. наук, проф.

**За достовірність інформації
відповідає автор публікації**

ББК 36.81 + 36.82

Реєстраційне свідоцтво
КВ № 12577-1461 ПР
від 16.05.2007 р. Видано
Міністерством юстиції України

Усі права захищені.
Передрук і переклади дозволяються
лише зі згоди автора та редакції

Рекомендовано до друку Ученою
радою Одеської національної
академії харчових технологій,
протокол № 1 від 7.09.2012 р.

Мова видання:
українська, російська, англійська

УДК 663 / 664

Одеська національна академія харчових технологій

Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2012. – Вип. 42. – Том 1. – 424 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових
технологій, 2012 р.

РОЗДІЛ 1

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ
І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА, ВИГОТОВЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ
ВИРОБІВ ТА КОМБИКОРМІВ**

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДИХАННЯ НАСІННЯ РІПАКУ ПРИ ЙОГО ЗБЕРІГАННІ

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент, Соколовська О.Г, аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджено фізіологічні властивості насіння ріпаку як об'єкта зберігання, а саме інтенсивність дихання. Наведені математичні моделі залежності інтенсивності дихання від вологості та температури насіння, які можна використовувати для прогнозування терміну зберігання.

Physiology properties of seed are investigational rape as an object of storage, namely breathing intensity. The brought mathematical models over of dependence of breathing intensity from humidity and temperatures of seed, that can be used for prognostication of expiration date.

Ключові слова: ріпак, вологість, інтенсивність дихання.

Для перспективного розвитку вітчизняного аграрного сектора велике значення мають заходи щодо нарощування виробництва насіння олійних культур, підвищення їхньої якості. Поряд із традиційною для України культурою – соняшником – особлива увага належить ріпаку, олія якого завдяки унікальним біологічним та хімічним властивостям широко використовується не тільки в продовольчих цілях, але й у багатьох галузях промисловості. В останні роки ріпак дедалі ширше використовується як енергетична культура, з насіння якої виробляється альтернативне біодизельне паливо. Проблема пошуку альтернативних видів енергоресурсів для України є однією з найактуальніших.

Збільшення площі посівів ріпаку до 10 відсотків загальної площі ріллі в Україні і переробка 75 відсотків вирощеного врожаю на дизельне біопаливо дасть змогу розв'язати проблему стабільного постачання енергоресурсів аграрному секторові економіки з використання власного відновлювального джерела.

Переробка насіння ріпаку в Україні не відповідає обсягам його вирощування, за даними експертів, майже 99 % вирощеного насіння буде експортується [1, 2]. Таким чином, виробництво ріпаку в Україні сьогодні та найближчими роками буде орієнтоване на експорт сировини. Однак при вирощуванні насіння ріпаку необхідно враховувати багато факторів, щоб запобігти виснаженню ґрунтів. Спеціалісти вважають, що впровадження ефективних технологій вирощування ріпаку, контроль над дотриманням сівозміни і організація його переробки в Україні, є більш ефективним, ніж зменшення обсягів вирощування цієї культури.

Труднощі в організації зберігання зерна зумовлюються його фізіологічними та біохімічними властивостями. Вважають, що умови зберігання зерна забезпечені тоді, коли дихання його проявляється дуже слабо, а для повної збереженості потрібно вологість знизити до мінімуму, що сприятиме доброму підтримуванию життєздатності збіжжя. Інтенсивність дихання залежить від багатьох факторів, а саме – від рівня вологості, хімічного складу та, передусім, наявності мікроорганізмів [3,4].

Метою дослідження є визначення інтенсивності дихання насіння ріпаку залежно від його вологості і температури зберігання.

Методика досліджень. Метод визначення енергії дихання базується на уловлюванні розчином їдкого барію вуглекислого газу, який зерно виділяє при диханні. Інтенсивність дихання зерна виражають кількістю міліграмів вуглекислого газу, виділеного 1 кг сухої речовини зерна за 24 години [4, 5].

Нами було досліджено інтенсивність дихання насіння ріпаку в діапазоні зміни його вологості $w = 7...11\%$ та температури $\theta = 5...25\text{ }^\circ\text{C}$.

Результати досліджень. Результати досліджень інтенсивності дихання насіння ріпаку наведені на рис. 1.

Для узагальнення залежності інтенсивності дихання насіння ріпаку від його вологості w та температури насіння θ в дослідженому діапазоні їх зміни був проведений множинний регресійний аналіз [6], на основі якого одержані рівняння регресії:

у кодованому змінних:

$$E = 27,84 + 18,65 \cdot x_1 + 5,37 \cdot x_2 + 3,72 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (1)$$

де E – інтенсивність дихання насіння, мг $\text{CO}_2/(\text{кг}/\text{доб})$;

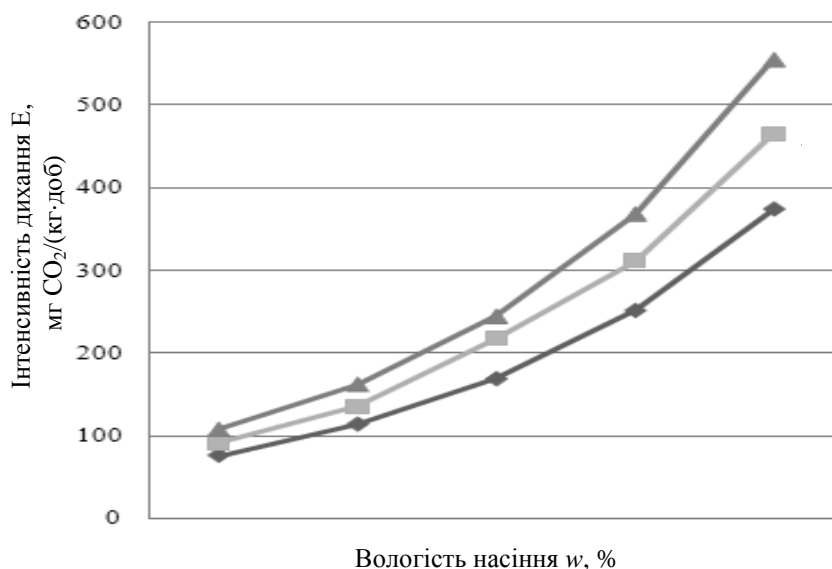
x_1 – початкова вологість насіння, x_2 – температура насіння.

Кодовані значення факторів зв'язані з натуральними співвідношеннями:

$$x_1 = \frac{w_0 - 9}{2}; \quad x_2 = \frac{t - 15}{15}. \quad (2)$$

У натуральних величинах:

$$E = -38,93 + 6,54 \cdot w + 0,14 \cdot \theta + 0,18 \cdot w \cdot \theta, \quad (3)$$



1 – при температурі $\theta = 5^\circ\text{C}$; 2 – при температурі $\theta = 15^\circ\text{C}$; 3 – при температурі $\theta = 25^\circ\text{C}$

Рис. 1 — Залежність інтенсивності дихання насіння ріпаку від вологості

Аналіз отриманих рівнянь показує, що на величину інтенсивності дихання насіння ріпаку найбільший вплив має значення вологості насіння.

Встановлено, що зі збільшенням вологості та температури насіння інтенсивність дихання зростає. При збільшенні вологості з 7,0 до 11,0 % інтенсивність дихання насіння ріпаку зростає у 4,92...15,15 рази, а при збільшенні температури з 5 до 25 $^\circ\text{C}$ у 1,10...1,48 рази.

Графічну залежність інтенсивності дихання насіння від вологості w та температури насіння θ для насіння ріпаку наведено на рис. 2.

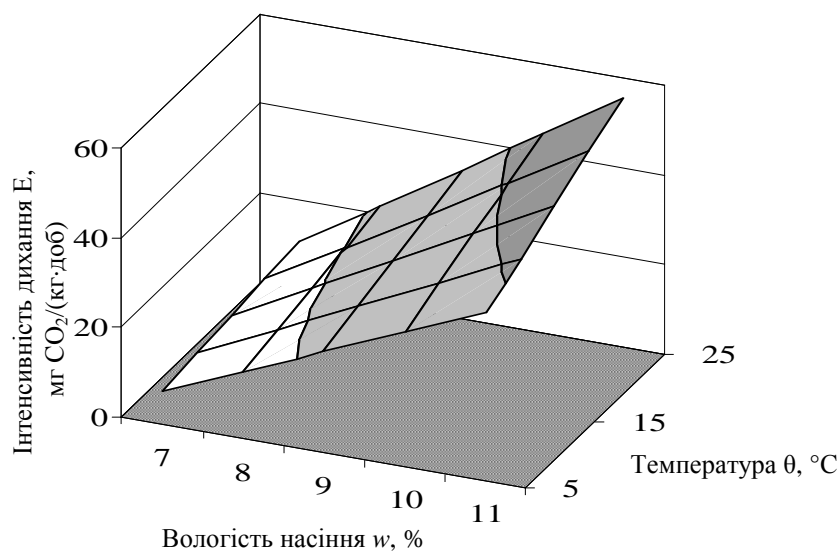


Рис. 2 — Залежність інтенсивності дихання насіння ріпаку від температури та вологості

В умовах знижених температур інтенсивність дихання значно падає. Навіть у зерні з підвищеною вологістю при наявності вільної води не спостерігається різкої інтенсивності дихання, характерної для критичної вологості зерна.

Потрібно також врахувати, що дія низьких температур на життєдіяльність насіння та інтенсивність дихання суттєво відрізняється від впливу підвищених температур. Понижені температури лише тимчасово затримують життєдіяльні функції насіння. Дія підвищених температур на інтенсивність дихання насіння та його життєві функції залежать від часу, протягом якого насіння піддається цим температурам.

Таким чином, температура та вологість насіння впливають на стійкість зерна при зберіганні. Своєчасне зниження температури насіння — один із важливих прийомів пониження інтенсивності дихання, який широко використовують при зберіганні.

Висновки

1. Визначено інтенсивність дихання насіння ріпаку в діапазоні зміни їх вологості $w = 7,0 \dots 11,0$ % та температури $\theta = 5 \dots 25$ °С.

Наведені математичні моделі справедливі у дослідженому діапазоні зміни вологості та температури насіння ріпаку. Ці моделі та їхнє графічне зображення можна використовувати для прогнозування терміну зберігання.

2. Встановлено, що зернова маса в сухому стані стійка при зберіганні і вимагає меншого догляду, ніж у вологому і сирому, тому що вологе зерно має вищу інтенсивність дихання і може псуватися під час зберігання внаслідок самозгрівання.

3. Зниження температури послаблює інтенсивність дихання зернової маси і сприяє збільшенню строків її зберігання. При збільшенні температури з 5 до 25 °С інтенсивність дихання зростає у 1,10...1,57 рази.

Література

1. Альтернативні енергоресурси та енергозберігаючі технології: [Матеріали Міжнародної конференції "Альтернативні види енергоресурсів та енергозберігаючі технології в сільському господарстві України"] // Пропозиція. – 2006. - № 6. – С. 20-21.
2. Рынок рапса в Украине: состояние, тенденции, перспективы [Текст] // Аграрний тиждень. Україна.- 2008. - № 17-18. - С. 10.
3. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна: учеб. [Текст] / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Винников — М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с.
4. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учеб. [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – М.: КолосС, 2003. – 360 с.
5. Старобудцева, А.И. Практикум по хранению зерна: підруч. [Текст] / А.И. Старобудцева, В.С. Сергунов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
6. Остапчук, М.В. Математичне моделювання на ЕОМ: підруч. [Текст] / М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич. – Одеса: Друк, 2006. – 313 с.

УДК [66.012.1:53.096] : [631.53.027.32:633.174]

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАСІННЯ СОРГО ПРИ ЗБЕРІГАННІ В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент, Соколовська О.Г., аспірант,

*Шевчук О.М., начальник ВТЛ

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*ТОВ СП «Нібулон» Новоодеська філія, м. Нова Одеса

Досліджено температуру насіння сорго різних класів при зберіганні в металевих силосах. Встановлено вплив природних умов на зберігання насіння сорго та надано рекомендації щодо зберігання насіння сорго в металевих силосах.

Investigational temperature sorghum seed of different classes at storage in metallic silos. Researcher influencing weather terms are set on storage of seed of sorghum and recommendations are given in relation to storage of seed of sorghum in metallic silos.

Ключові слова: сорго, металеві силоси, система термометрії, температура.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день реалії стану елеваторного господарства України прагнуть відповідати світовим тенденціям. Україна має величезний потенціал земельних ресурсів, зернова індустрія активно розвивається, і надалі темпи розвитку будуть тільки збільшуватися.

Багато господарств, особливо ті, що не мають власної переробки, повністю зорієнтовано на продаж усієї продукції. У цих умовах особливого значення набуває пошук нових нетрадиційних культур (до числа яких належить сорго), які були б рентабельними.

Сорго – культура всебічного використання, за обсягами виробництва стоїть на п'ятому місці серед зернових у світі. Виробництво сорго в Україні є достатньо перспективним та заслуговує великої уваги. По-перше, за невибагливістю до складних агрометеорологічних умов (його ще називають «верблюдом» рослинного світу). По-друге, сорго має дуже стабільну продуктивність у складних ґрунтово-кліматичних умовах. По-третє, сорго формує зерно з високими кормовими та харчовими цінностями (вміст крохмалю 70...75 %, білка – 12...14 %, жиру – 3...5 %). За вмістом амінокислот і основними кормовими показниками зерно сорго ідентичне кукурудзі і краще за просо. Білки сорго більш повноцінні, ніж білки проса і кукурудзи. Зерно сорго є гарною сировиною для одержання борошна, пива, крохмалю, цукру, спирту, олії, хліба, патоки.

За рахунок того, що сорго за своєю структурою подібне до кукурудзи і гречки, воно може використовуватись для одержання харчових волокон, споживання яких необхідне для виведення з організму різних мутагенів. Крім того, варто відзначити достатньо високу економічну ефективність виробництва сорго. Зерно сорго як зернова культура може успішно використовуватись в аграрному виробництві України. Воно забезпечить населення продуктами харчування навіть в екстремальних умовах, при низькій врожайності традиційних зернових культур.

У майбутньому передбачається, що на світове споживання сорго буде впливати цікавість до використання культури в сегменті здорового харчування та галузі з виробництва етанолу [1, 2].

Усі виробники зерна, зернові трейдери дійшли думки, що прийшов час інвестувати гроші в аграрний комплекс України, що, безсумнівно, спричинить поліпшення інфраструктури зерносховищ. Інвестиційні програми повинні стати хорошою передумовою для розвитку та модернізації зернової галузі в найближчому майбутньому.

Отже, актуальним на сьогоднішній день стає питання розвитку переробних зернових підприємств, які в свою чергу пов'язані зі зберіганням сировини в елеваторах. Поширення набули металеві елеватори, які на відміну від залізобетонних значно дешевші та потребують меншого часу для їх зведення. Але постають питання, як зберегти зерно в металевих силосах, як часто контролювати температуру в ньому, за яких умов навколишнього середовища краще його там зберігати та як веде себе зернова маса у різних шарах насипу [3].

Температура зернової маси – це важливий показник, що характеризує стан зернової маси при зберіганні. Низька температура в усіх шарах зернової маси є показником її нормального стану та свідчить про її консервування. Підвищення температури зернової маси, що не відповідає зміні температури навколишнього середовища, свідчить про активацію фізіологічних процесів та початок самозігрівання. Тому, спостерігаючи за зерном, потрібно одночасно враховувати температуру зовнішнього повітря та повітря в силосі. Слід зауважити, що необхідно враховувати як денну, так і нічну температури повітря. Різкі перепади температури зовнішнього повітря протягом доби є особливо шкідливими для зернових мас, що зберігаються в силосах. У результаті різких коливань температур на внутрішніх поверхнях силосу конденсується волога, поява якої призводить до інтенсифікації фізіологічних процесів у зернової масі і, як наслідок, псування зерна (проростання, самозігрівання, пліснявіння тощо). Крім того, через перепади денних і нічних температур у силосі можуть виникати циклічні напруження стиску та розширення, що можуть призвести до ущільнення зернової маси і її злежування [4-7].

Контроль температури зерна – найбільш ефективний і доступний практично спосіб відстеження результатів біохімічних процесів, що протікають у зерновому насипу під час зберігання зерна в зерносховищах. Необхідність встановлення системи термометрії є невід'ємною частиною контролю за зерном, що зберігається [3, 8].

Метою роботи є дослідження зміни температури сформованих шарів зерна сорго при його зберіганні в металевих силосах різного діаметра.

Сорго у ТОВ «Нібулон», філія «Новоодеський термінал» автомобільним транспортом надходило в період вересня-жовтня 2011 року.

Нами проводився аналіз процесу зберігання насіння сорго в металевих силосах місткістю 4,0 тис. тонн (діаметр силосу 16,5) м і місткістю 5,5 тис. тонн (діаметр силосу 22,0 м). На зберігання у силос діаметром 16,5 м закладено насіння сорго третього класу з показниками: вологість 13,5 %, вміст сміттєвої домішки 4,4 %, вміст зернової домішки 9,4 %. У силос діаметром 22,0 м було закладено насіння

сорго першого класу з такими показниками: вологість 13,5 %, вміст смітцевої домішки 1,2 %, вміст зернової домішки 2,7 %.

Для контролю температури зернової маси силоси обладнані системою термометрії. Пристрій контролю температури зерна з цифровим дисплеєм дозволяє виводити цифрові дані температури зернової маси, що зберігається в силосах. Система термометрії (рис. 1) у силосі діаметром 16,5 м складається з 7 термopідвісок, на яких встановлено 8 датчиків і 9 – на центральній термopідвісі, а в силосі діаметром 22 м – 13 термopідвісок, де на № 1...№ 4 встановлено 11 датчиків та по 10 датчиків на останніх (№ 5...№ 13). Заповнення силосів зерном сорго становило 90 % та 80 % відповідно.

Для встановлення залежності температури зернового насипу від зовнішніх факторів (вплив нагрітих стін, даху силосу, температури повітряного шару всередині силосу) побудовані графіки зміни температури зернового насипу сорго на 12 жовтня 2011 року, оскільки за період дослідження різниця денної і нічної температури була максимальною.

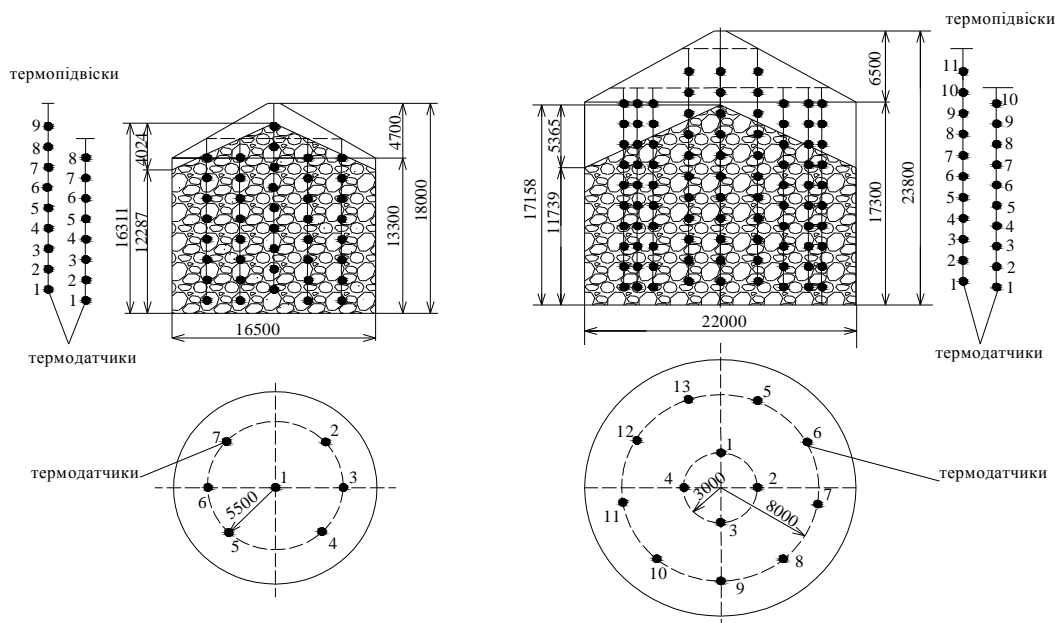


Рис. 1 – Розміщення системи термометрії у силосах

Вимірювання температури в силосі дозволяє простежити взаємний вплив двох фаз – повітря і зерна. Так, на рис. 2 наведено графіки зміни температури зернового насипу насіння сорго першого класу, що зберігалось в металевому силосі діаметром 16,5 м. На графіки також нанесено максимальну денну (24 °C) та мінімальну нічну (15 °C) температури повітря в день вимірювань. Температуру пограничного шару «повітря-зерно» вимірюють датчики № 8 термopідвісок №№ 2 – 7 та датчик № 9 термopідвіски № 1, показники яких дещо більші від решти датчиків.

На рис. 3 наведено графіки зміни температури зернового насипу сорго третього класу, що зберігалось в металевому силосі діаметром 22 м. Показники датчиків №№ 11, 10, 9 вищі від показників інших датчиків.

Отже, найбільше піддається впливу температури повітря верхній шар зернового насипу, а саме «конус» у його вершині, як найбільш контактуюча поверхня, оскільки денна температура сприяє нагріву металевій конструкції силосу і, як наслідок, дещо підвищує температуру повітря в силосі.

Виходячи з отриманих даних простежується, що при параметрах навколишнього середовища близьких до температури зернового насипу в силосі впливу на стан його верхнього шару не відбувається.

Температура зернової маси залежить також від якості зерна, що надходить на зберігання. Графіки зміни температур зернової маси свідчать, що процес зберігання протікав стабільно. Це пов'язано з низькою вологістю і засміченістю насіння. В цьому випадку фізіологічні процеси в зерновій масі протікають менш інтенсивно. При зберіганні насіння сорго третього класу температура насіння вища від температури насіння першого класу і досягає до 25 °C. Необхідно підкреслити, що зерно, закладене на зберігання, було сухим, але засміченим (середній вміст зернової домішки становить 9,4 %). Вплив на зміну температури зерна міг спричинити процес дихання, який інтенсифікується при більшій засміченості зерна. Отже, на зберігання в силоси доцільно подавати тільки сухе й чисте зерно.

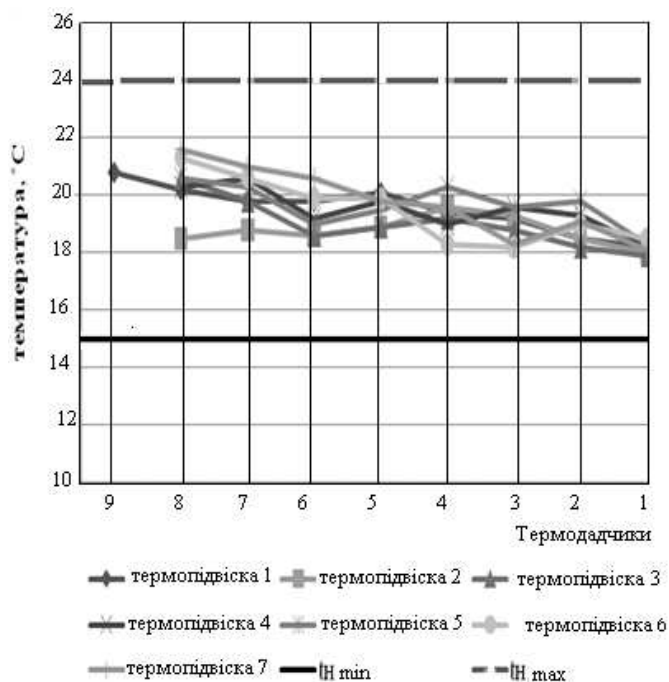


Рис. 2 – Графіки зміни температури зернового насипу сорго першого класу, що зберігалося у металевому силосі діаметром 16,5 м

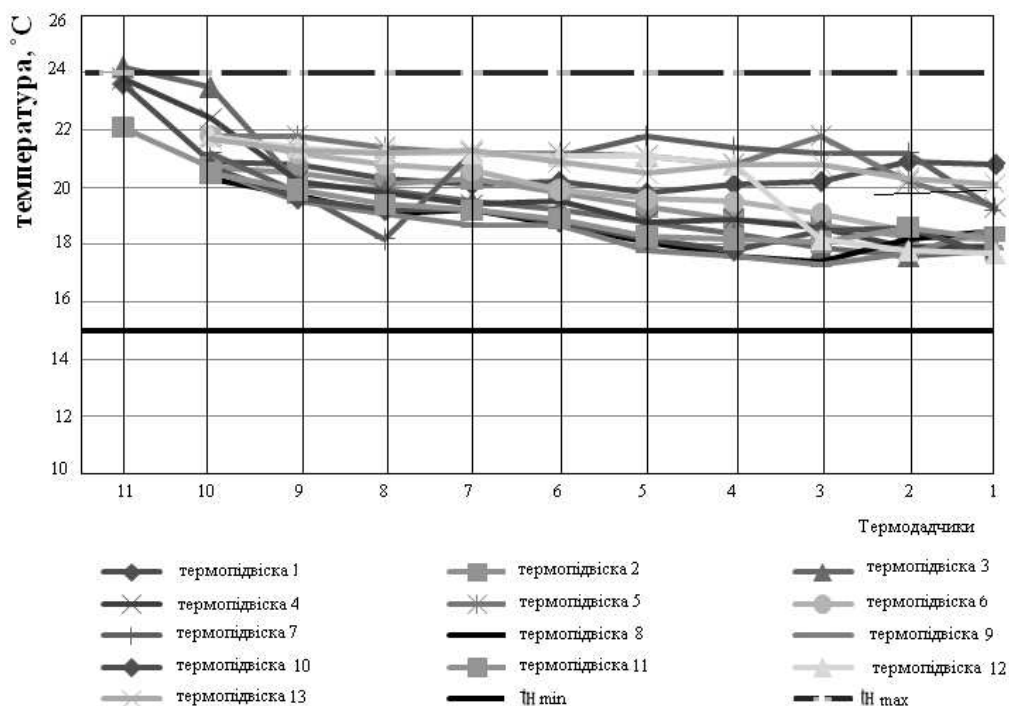


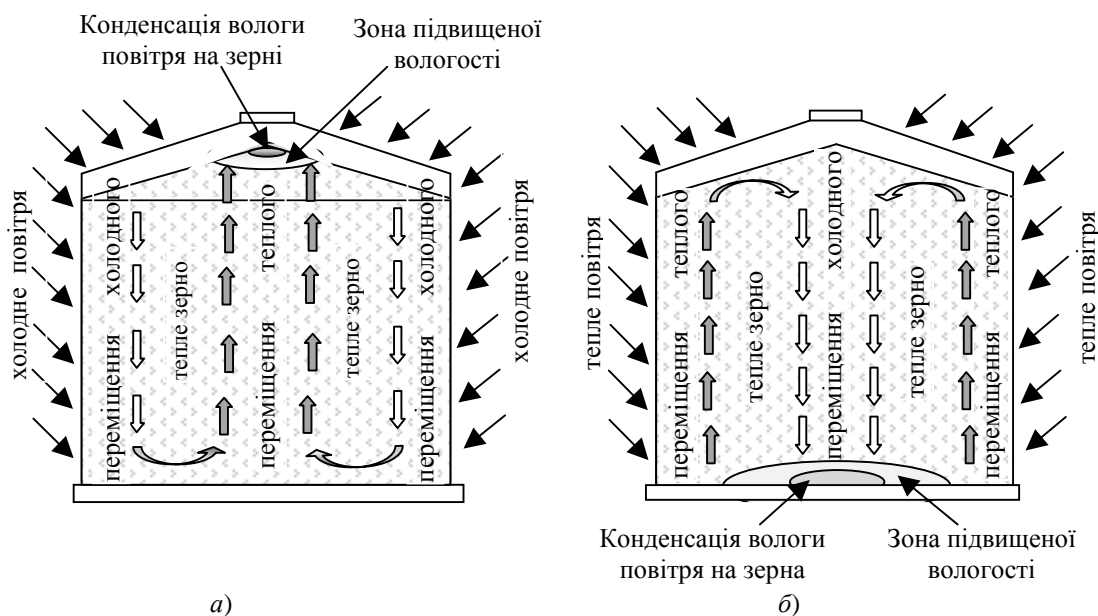
Рис. 3 – Графіки зміни температури зернового насипу сорго третього класу, що зберігалося у металевому силосі діаметром 22 м

Оскільки погодні умови протягом доби змінюються і різниця температур удень і вночі може становити до 15 °C, треба пам'ятати про конденсат, який може утворитися внаслідок нагріву силоса удень і його охолодження вночі, що в свою чергу може призвести до зміни якості зерна (проростання, пліснявін-

ня чи самозігрівання). Конвекційні потоки та міграцію вологи в металевих силосах за різних погодних умов наведено на рис 4.

Температура зерна при закладці на зберігання у заготівельний період становить плюс (10...22) °С, тобто дорівнює температурі зовнішнього повітря. В зимовий період зовнішні температури падають до мінус (1...20) °С і зерно, близьке до стінок зерносховища, охолоджується до температур близьких до температури зимового повітря, в той час як зерно, близьке до центру бункера, ще тепле, що пояснюється низькою теплопровідністю зерна.

Чим більшої місткості бункери, тим більше часу потрібно для переміщення теплоти з центру на периферію. При теплому зерні в центрі сховища і холодному зерні на периферії виникають конвекційні повітряні потоки, що переміщуються вниз, в області холодного зерна, і вгору, в області теплового зерна в центрі сховища (рис. 4 а).



а) – при холодних погодних умовах (температура повітря менша за 5 °С);
 б) – при теплих погодних умовах (температура повітря більша за 15 °С)

Рис. 4 – Конвекційні потоки та міграція вологи в металевих силосах

Конвекційні потоки викликані різницею густин холодного і теплового повітря. При переміщенні тепле повітря з центру зернової маси сховища переміщує малі кількості вологи з зерна. Потім при контакті теплового повітря з холодним зерном у верхній частині зерна і з холодним дахом бункера волога конденсується на холодних поверхнях. Частина вологи також переміщується між теплим і холодним зерном унаслідок дифузії. Комбінація факторів конвекційних потоків і дифузії призводить до поступового зволоження зерна у верхніх шарах центральної частини бункера. При достатньому зволоженні і при підвищенні температури зовнішнього повітря зерно покривається пліснявою і в ньому збільшується кількість комах.

Конденсація вологи на зерні також відбувається в літні місяці, коли вологе тепле повітря контактує з холодним зерном (рис. 4, б).

Одним із способів обмеження активності комах і цвіль є зменшення температури зерна. Цвіль розвивається дуже повільно при температурах менших за 5 °С. Активність комах істотно зменшується при температурах менших за 15 °С, багато їх видів впадають у стан спокою при температурах менших за 10 °С, а при температурах менших за 0 °С більшість комах гине [6, 7].

Оптимальна температура зберігання зерна залежить від географічних чинників і погодних умов. У цілому при виборі рекомендованих температур зберігання зерна можна керуватися таким принципом: температура зерна повинна бути трохи вища від середніх температур найхолодніших зимових місяців і нижча від середніх температур найтепліших літніх місяців. Для реалізації цих рекомендацій необхідно часто контролювати температуру зерна, а на початку нового сезону бажано застосовувати заходи для зміни температури зерна.

Висновки

1. Проведені розрахунки дозволяють визначити, які термодатчики вимірюють температуру зернової маси, а які повітря.

Дослідженнями встановлено, що незалежно від того, яка стратегія зберігання зерна обрана, температура його не повинна бути вища за 15...17 °С.

2. На зберігання по можливості слід засипати холодне зерно, тому що для переміщення теплоти з центру зернової маси сховища до його периферії потрібен тривалий час через низьку теплопровідність зерна.

3. Погодні умови як один із основних факторів впливу на стан зерна, що зберігається, потрібно враховувати при його зберіганні в металевих силосах та своєчасно запроваджувати заходи для вентилявання або переміщення.

Література

1. Основні тенденції ринку сорго в Україні і світі [Текст] // Хранение и переработка зерна. – 2006. – № 7 (85). – С. 11-15.
2. Сорго повинно вирішити проблему кормів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.Prozozitsiya.com/page=149&stemid=1601number=49>.
3. Просяняк, А. В. Основные варианты выбора системы термометрии элеватора [Текст] / А.В. Просяняк, К.В. Соснин // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 3. – С. 29.
4. Вобликов, Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учебн. [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопенко. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001. – 240 с.
5. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна: учебн. [Текст] / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Винников. – М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с.
6. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Тихонов, Н. И. Хранение зерна: учебн. [Текст] / Н. И Тихонов, А. М. Беляков. – Волгоград: ВолГУ, 2006. – 108 с.
8. Почему нужна система контроля температуры в зерне? [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://termopodveska.com/termometria/control.php>.

УДК [633.11-021.4:631.547.1]:577

ЗМІШУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ПАРТІЙ ЗЕРНА РІЗНИХ КЛАСІВ

**Яковенко А.І., канд. техн. наук, доцент, Борта А.В., канд. техн. наук, доцент,
Артюшенко П.Н., канд. биол. наук.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Робота присвячена питанням змішувальної здатності зерна різних класів пшениці. З результатів експериментальних досліджень видно, що при змішуванні партій зерна пшениці низького та вищого класу спостерігається підвищення класу. Ці дані характеризують здатність пшениці бути поліпшувачами.

The job is devoted to questions of ability of a grain of different classes wheat. From results of experimental researches it is visible, that at mixing parties(sets) of a grain wheat of low and maximum classes is observed increases of a class. These data characterize ability wheat to be improvement.

Ключові слова: пшениця, сира клейковина, змішування різних класів, вплив на кількість і якість клейковини.

В Україні гостро стоїть проблема дефіциту зерна пшениці з високим вмістом клейковини. У зв'язку з цим неможливо виробити борошно, що відповідає вимогам стандартів.

У валовому зборі зерна пшениці в Україні найбільша питома вага належить озимій пшениці. Усі сорти озимої м'якої пшениці розмежовують за силою борошна, його особливостями, що виявляються в тістоведенні і, в остаточному підсумку, визначають якість хліба.[1]

У практиці сильними пшеницями називають такі, борошно з яких у тісті при відповідному технологічному процесі здатне давати формостійкий хліб більшого об'єму з гарною пористою м'якушкою. Додаток цих пшениць до партій, що мають низькі хлібопекарські властивості, забезпечує можливість одержання із суміші пшениць борошна, гарного в хлібопекарському сенсі. Таким чином, у першу групу входять сорти пшениці, що дають високоякісний хліб і можуть бути використані для поліпшення слабкої

пшениці. За змішувальною цінністю сильну пшеницю підрозділяють на поліпшувачів посередніх, гарних і відмінних [2].

Метою даного дослідження є вивчення змішувальної здатності зерна м'яких пшениць різних класів та перспективних сортів пшениці за кількістю та якістю клейковини. Було взято зразки пшениць, що відрізняються між собою за цими показниками. Суміш складалася із зерна двох зразків зі вмістом кожного у співвідношенні 100-0; 75-25; 50-50; 25-75; 0-100 %.

Для дослідження цього питання використовували зразки різних класів зерна пшениці, показники якості яких наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані

Клас зразка	Вміст, %					Якість клейковини, група - од. ІДК	Число падіння, сек.
	вологості	скловидності	сирої клейковини	пророслих зерен	пошкоджених клопом-черепашкою		
2	12,8	44	25,56	-	-	II-80	200
6	12,5	28	16,32	7,20	0,9	II-88	101
2	12,3	40	24,96	0,70	1,0	II-79	200
3	11,7	34	19,0	0,70	1,4	II-60	200
6	12,6	58	19,13	-	-	II-70	110
1	12,4	70	28,56	-	-	II-71	200

Результати експериментів за визначенням кількості і якості сирої клейковини та визначення вмісту сухої клейковини в суміші порівнювали з розрахунковим (середньозваженим) значенням цих показників.

Одержані експериментальні дані піддавалися дисперсному аналізу за двофакторною схемою.

Таблиця 2 – Вміст сирої клейковини при змішуванні пшениці різних класів, %

Клас		100%/0%	75%/ 25%	50%/ 50%	25%/ 75%	0%/100%	Клас
2 кл.	Фактична	25,56	23,61	21,76	19,8	16,32	6 кл.
	Розрахункова	25,56	23,25	20,94	18,63	16,32	
2 кл.	Фактична	24,96	25,2	22,26	24,7	19,0	3 кл.
	Розрахункова	24,96	23,47	21,98	20,49	19,0	
6 кл.	Фактична	19,13	22,02	27,76	27,5	28,56	1 кл.
	Розрахункова	19,13	21,49	23,85	26,20	28,56	

Таблиця 3 – Вміст сухої клейковини при змішуванні пшениці різних класів, %

Клас		100%/0%	75%/ 25%	50%/ 50%	25%/ 75%	0%/100%	Клас
2 кл.	Фактична	11,04	9,88	6,6	6,14	4,4	6 кл.
	Розрахункова	11,04	9,38	7,72	6,06	4,4	
2 кл.	Фактична	5,63	6,0	6,78	6,08	6,56	3 кл.
	Розрахункова	5,63	5,86	6,035	6,33	6,56	
6 кл.	Фактична	6,76	10,86	9,1	11,68	9,32	1 кл.
	Розрахункова	6,76	7,4	8,04	8,68	9,32	

Таблиця 4 – Якість клейковини при змішуванні пшениці різних класів, од. ІДК

Клас		100%/0%	75%/ 25%	50%/ 50%	25%/ 75%	0%/100%	Клас
2 кл.	Фактична	80	74	65	69	88	6 кл.
	Розрахункова	80	82	84	86	88	
2 кл.	Фактична	72	73	75	77	60	3 кл.
	Розрахункова	72	69	66	63	60	
6 кл.	Фактична	70	72	75	88	71	1 кл.
	Розрахункова	70	70,13	70,25	70,38	71	

Усього було досліджено 13 зразків пшениці різних сортів і класів.

З отриманих експериментальних даних видно, що кількість та якість сирової клейковини та вміст сухої клейковини при змішуванні пшениці різних класів підкоряється законам змішування. Різниця між розрахованими та експериментальними даними за цими показниками знаходилась в межах точності методу, але в досліді змішування зразків, які показано у таблицях 2-4 в експериментальних зразках спостерігалося збільшення виходу клейковини в порівнянні з розрахованими і якість клейковини поліпшувалась. Очевидно ці зразки пшениці можуть бути використані як поліпшувачі, оскільки пшениця з показниками якості нижчого класу переходить у більш високий клас.

Для зразків 1-го та 6-го класів встановлено, що кількість сирової клейковини при співвідношенні 50/50 % збільшується на 8 % від вихідного вмісту 19,13 % і зберігається на рівні 22...27 % у всіх варіантах змішування.

Із представлених експериментальних даних (табл. 4) видно, що якість клейковини може поліпшуватися (варіант 2-6 клас) і погіршуватися (варіанти 3-2 і 1-6 класи), але в більшості випадків якість клейковини залишається в межах одного класу. Очевидно, вплив фізичних властивостей хорошої клейковини у суміші незначно впливає на слабку клейковину, але при змішуванні слабкої клейковини 2 –го класу (80 од.) і 6-го класу (88 од.) суміш мала клейковину добру (1 гр.) з показниками 74-65од. ІДК .

Є суміші сортів пшениці, у яких при змішуванні клас підвищується незначно, або взагалі знижується. Наприклад, при змішуванні зразка 1 та 3 класів за експериментальними даними отримано суміші 3 або 2 класів. З отриманих даних можна зробити висновок, що змішувальна здатність партій зерна різних класів може відбуватися за іншими відсотками вмісту того чи іншого сорту при змішуванні.

Як видно з таблиці 1, на визначення класу зразка впливає число падіння. Підсорткування зразків із низьким числом падіння до зерна з високим числом падіння впливає на зменшення виходу клейковини та зміцнення її якості, що видно з отриманих експериментальних даних [3].

Збільшення виходу клейковини в порівнянні з розрахунковим значенням можна пояснити за рахунок збільшення водопоглинальної здатності.

За результатами попередніх досліджень [4; 5], сильний сорт пшениці дає збільшення виходу і поліпшення якості тільки при змішуванні його із слабкими сортами в кількості 15 – 35%. Рекомендується проводити обстеження нового сорту врожаю зерна пшениці для своєчасного виявлення сильних сортів і використовувати їх у суміші як поліпшувачів слабких. За отриманими експериментальними даними побудували порівняльні криві фактичних та розрахункових даних (рис 1; 2; 3).

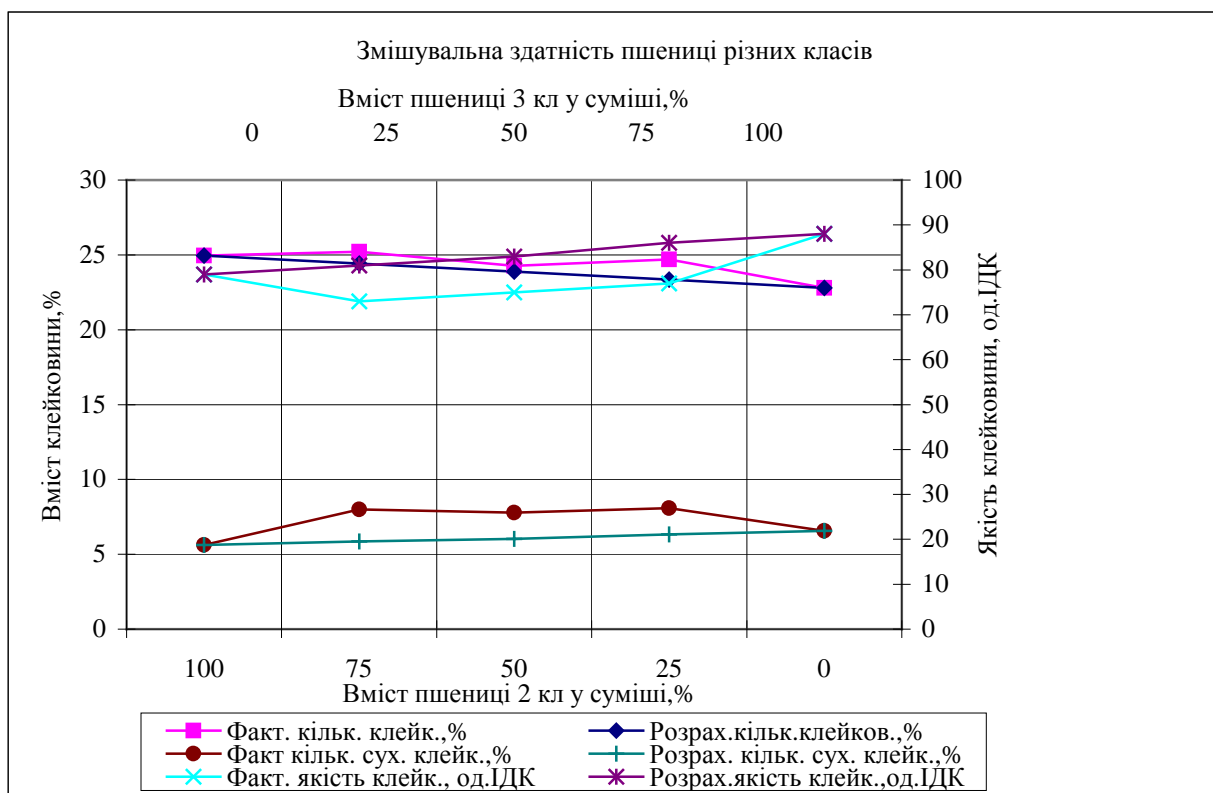


Рис. 1 – Вміст пшениці 2 та 3 класів

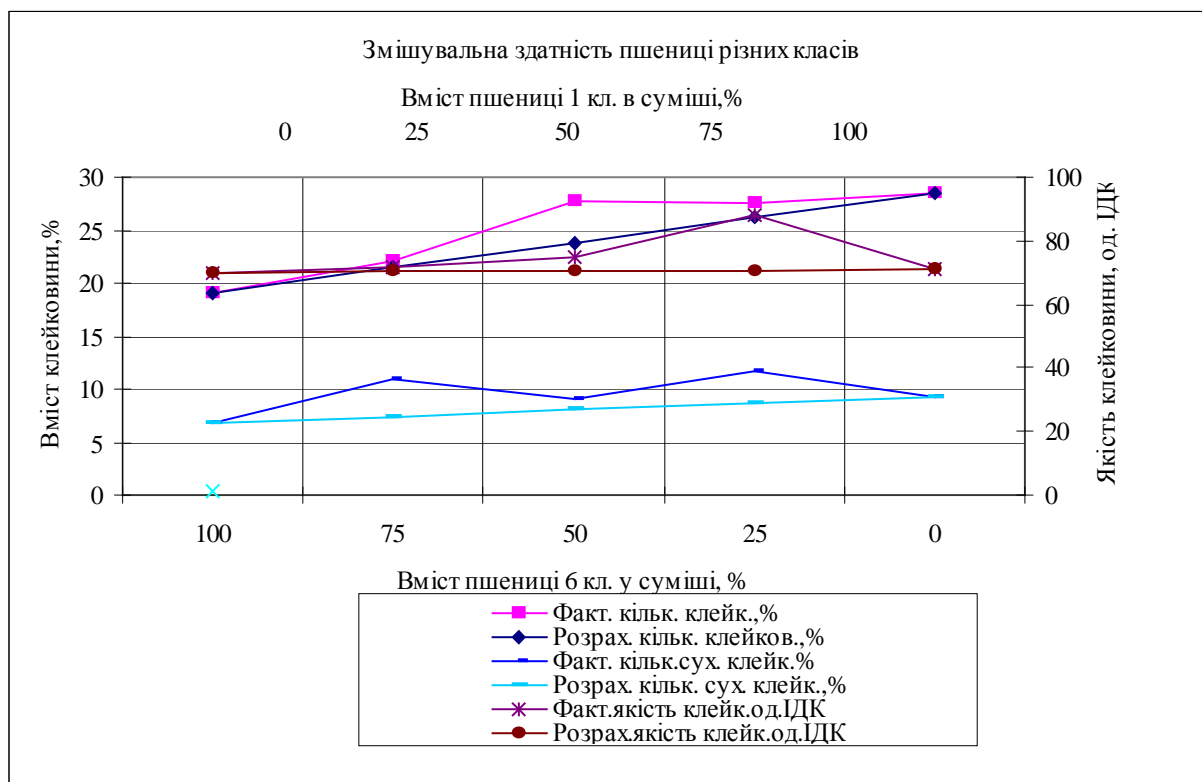


Рис. 2 – Вміст пшениці 6 та 1 класів

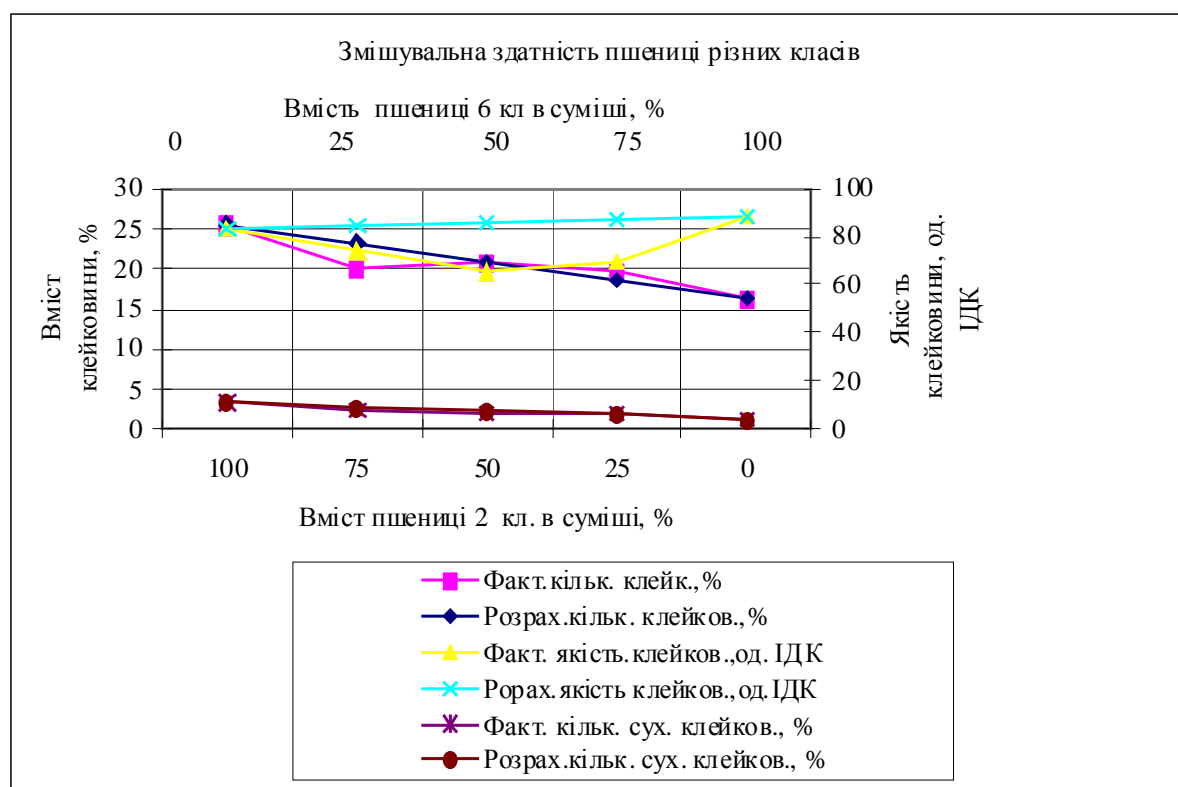


Рис. 3– Вміст пшениці 2 та 6 класів

Висновки

1. З отриманих експериментальних даних та представлених графіків видно, що при змішуванні партій зерна пшениці різних класів відбувається зміна кількості і якості клейковини, тобто пшениця з показниками якості нижчого класу переходить у більш високий клас.

2. При змішуванні партій зерна 2 та 3 класу спостерігається поліпшення якості та кількості клейковини, що приводить до підвищення класу суміші практично у всіх співвідношеннях зразків.
3. При змішуванні партій зерна 2 та 3 класів можна отримати прибуток від 20 до 100 грн. за 1 тону зерна.

Література

1. Мартянова А.И., Кравцова Б.Б., Васюнина Т.В., Гришина Г.Е. Оцінка технологічних властивостей товарних партій пшениці. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 264 с.
2. Мясникова А.В., Ралль Ю.С., Трисвятский Л.А., Шатилова И.С. Товароведение зерна и продуктов его переработки. Издательство «Колос». – 1971. – 400 с.
3. Яковенко А.І., Борта А.В. Вплив підсортування пророслого зерна пшениці на якість суміші. Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2011. – Вип. 37.-Т.1.– С. 86-88.
4. Яковенко А.І., Євдокимова Г.Й., Погонцева Е.І. Змішувальна здібність сорту дарунок як поліпшувача деяких м'яких пшениць. Наукові праці ОДАХТ. – Одеса: 1997. – Вип. 17.– С. 21-24.
5. Яковенко А.І., Євдокимова Г.Й., Погонцева Е.І., Науменко В.І. Вивчення змішувальної здатності деяких сортів пшениці. Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2003. – Вип. 25.– С. 3 – 6.

УДК 664.723.047

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СУШКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА

Сорочинский В.Ф., д-р техн. наук

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки Россельхозакадемии, г. Москва

Показано, что процесс сушки зерна можно рассматривать как технологическую систему, состоящую из ряда подсистем, определяемых технологией сушки, каждая из которых характеризуется показателем стабильности. Эти показатели рассчитываются на основании проведенных испытаний, а их суммарное значение определяет уровень целостности всей системы. На основании диагностики протоколов испытаний зерносушилок установлено, что применение технологии двухстадийной сушки позволило увеличить стабильность основной подсистемы - сушки зерна и уровень целостности технологической системы.

It is shown that the process of grain drying can be regarded as a technological system consisting of a number of subsystems defined by the technology of drying, each of which is characterized by the index of stability. These indices are calculated on the basis of the conducted tests, and their total value determines the level of integrity throughout the system. On the basis of diagnostics of the test reports of the dryers it was determined that the use of two-stage drying technology allowed to increase the stability of the basic subsystem - drying of grain and the integrity level of the technological system.

Ключевые слова: показатель стабильности, сушка, уровень целостности, технологическая система.

Ефективність технологічних процесів в харчовій промисловості, основні напрями їх удосконалення та розвитку, створення нових технологій та обладнання визначаються на основі комплексу показників, в який наряду з традиційними удільними витратами палива, електроенергії, матеріаломісткості входить і рівень цілісності технологічних систем, визначений показателями стабільності окремих підсистем процесу [1,2].

Сушці піддається зерно різних злакових, зернобобових та масличних культур, відрізняючись сукупністю фізических, фізико-хімічних та біохімічних характеристик. Труднощі технологічного характеру при сушці виникають також із-за поступлення зерна різного якості з широким діапазоном змін по вологості, засореності та іншим показателям. Зміна цих властивостей впливає на вибір параметрів технологічних процесів, режими сушки, вибір зерносушилки та якості просушеного зерна.

Важливішою характеристикою зерна є термоустійчивість, визначена його вологістю, температурою нагріву, тривалістю нагріву та температурою сушильного агента. Зерно в процесі сушки, термостативування та охолодження претерпує ряд глибоких змін, пов'язаних з біохімічними та фізико-хімічними перетвореннями, відбуваються зміни в його колоїдній та капілярно-пористій структурі.

Сохранение и улучшение качества зерна при сушке обеспечивается применением различных технологических схем и режимов сушки. При этом общим для всех технологических систем высокотемпературной сушки зерна является:

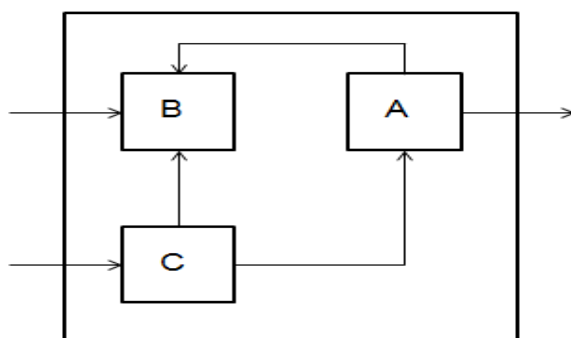
- приём и хранение зерна до сушки в объёмах, обеспечивающих стабильную работу зерносушильного оборудования;
- предварительная очистка зерна и формирование партий зерна, однородных по своим показателям и назначению;
- формирование транспортных потоков зерна, обеспечивающих технологическую схему сушки (прямоточную, рециркуляционную, с предварительным нагревом или без предварительного нагрева зерна);
- подготовка сушильного агента заданных параметров и распределение его по зонам сушки;
- подготовка охлаждающего воздуха, в том числе с использованием искусственного холода;
- проведение тепломассообменных процессов (предварительный нагрев, отлёжка, сушка и охлаждение зерна);
- выгрузка зерна с формированием партий зерна с заданными параметрами;
- активное вентилирование зерна, в том числе с дополнительным охлаждением и его досушкой в процессе охлаждения;
- хранение зерна.

Таким образом, сушка зерна рассматривается как непрерывный технологический поток, представляющий собой совокупность технологических операций и процессов. Вместе с тем, сравнительный анализ различных технологий сушки зерна по уровню целостности технологического процесса до настоящего времени не осуществлялся, не разработаны операторные модели процесса, не определены показатели стабильности отдельных подсистем процесса сушки и уровень его целостности. При этом «стабильный процесс – это процесс, утвердившийся на определенном уровне устойчивости. И если устойчивость характеризует качество функционирования системы, то стабильность – уровень организованности, целостности системы, уровень ее развития» [1].

Применение метода системного анализа позволяет определить основные критерии технологических потоков при сушке зерна и их взаимодействие с внешней средой. При этом только совокупность вышеперечисленных операций может обеспечить сушку зерна и сохранение его качества, т.е. технологический поток представляет собой целостную систему процессов, а характеристикой технологического потока, отражающей меру его организованности и системности технологии, определяемой в результате диагностики, является уровень целостности.

Для количественной оценки различных уровней организации технологических процессов и расчёта уровня целостности технологической системы по показателям стабильности её составляющих появилась возможность объективно оценить надёжность функционирования технологических систем сушки зерна.

Основные структурные схемы технологических систем высокотемпературной прямоточной сушки зерна с предварительным нагревом, либо без него, а также высокотемпературной рециркуляционной сушки зерна с нагревом сырого зерна от рециркулирующего, либо в специальных аппаратах для нагрева зерна (рис.1) состоят из статистически зависимых подсистем сушки зерна А, предварительного нагрева зерна В и подготовки сушильного агента и теплоносителя С. Технологическая система двухстадийной сушки зерна включает дополнительно подсистему досушивания зерна при активном вентилировании А1.



*С – подсистема подготовки сушильного агента и теплоносителя;
В – подсистема предварительного нагрева зерна; А – подсистема сушки зерна*

Рис.1 – Структурная схема высокотемпературной рециркуляционной сушки с предварительным нагревом сырого зерна

Расчёт уровня целостности технологических систем проводился по методике [1], как сумма слагаемых стабильности отдельных подсистем:

$$Q_{СВА} = \eta_C + \eta_{В/С} + \eta_{А/СВ} - 2, \quad (1)$$

где $\eta_{В/С}$ – условная стабильность подсистемы В относительно подсистемы С; $\eta_{А/СВ}$ – условная стабильность подсистемы А относительно подсистем С и В.

При этом стабильность каждой подсистемы определялась из соотношения:

$$\eta_i = H_i / H_{i\max}, \quad (2)$$

где $H_{i\max}$ – максимально возможная информационная энтропия i-ой подсистемы, соответствующая закону равномерного распределения значений величин;

H_i – информационная энтропия i-ой подсистемы, соответствующая распределению значений величин, характеризующих качество выходного параметра подсистемы, определяемая по формуле:

$$H_i = - P_{1i} \log_2 P_{1i} - P_{2i} \log_2 P_{2i}, \quad (3)$$

Вероятность попадания фактического значения параметра процесса в соответствующий интервал годных (n_{1i}) и негодных (n_{2i}) значений параметра равна:

$$P_{1i} = n_{1i} / n, \quad (4)$$

$$P_{2i} = n_{2i} / n = (1 - P_{1i}), \quad (5)$$

В соответствии с этим для каждой подсистемы:

$$H = - P \log_2 P - (1 - P) \log_2 (1 - P), \quad (6)$$

При этом максимально возможная энтропия, соответствующая закону равномерного распределения величин, для случая с двумя возможными исходами при равной вероятности отдельных наблюдений будет равна:

$$H_{\max} = 0,5 \log_2 0,5 - 0,5 \log_2 0,5 = 1 \text{ бит}, \quad (7)$$

При расчёте стабильности отдельных подсистем показатель качества подсистемы считался негодным в случае отклонения температуры теплоносителя от режимного параметра свыше 5 °С, температуры нагрева зерна 3 °С, влажности зерна после сушки 0,5 %, температуры зерна после охлаждения – на 10 °С превышающей температуру атмосферного воздуха. Диагностика осуществлялась по протоколам приёмочных испытаний зерносушилок [3].

На основании анализа технологических схем и операторных моделей различных высокотемпературных зерносушилок, эксплуатируемых на элеваторах, хлебоприёмных и зерноперерабатывающих предприятиях определены по вышеприведенной методике (табл.1) показатели стабильности отдельных подсистем и уровни целостности технологических систем сушки зерна.

Таблица 1 – Показатели стабильности подсистем и уровня целостности основных типов шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилок

Тип сушилки	Показатели стабильности подсистем			Уровень целостности системы
	Подготовка сушильного агента	Предварительный нагрев зерна	Сушка зерна	
ДСП – 32 от	0,60	-	0,29	- 0,11
РД2 х 25	0,66	0,69	0,42	- 0,23
А1 – УЗМ	0,46	0,28	0,28	- 0,98

Установлено, что максимальный уровень целостности, равный минус 0,11, имеет простая в технологическом отношении прямоточная зерносушилка ДСП-32от, имеющая две подсистемы, при этом показатели стабильности подсистем сушки зерна и подготовки сушильного агента составляют соответственно 0,29 и 0,60. У рециркуляционной зерносушилки с предварительным нагревом зерна РД2х25, имеющей три подсистемы: предварительного нагрева зерна, сушки зерна и подготовки сушильного агента, уровень целостности составляет минус 0,23, а показатели стабильности подсистем соответственно 0,69; 0,42 и 0,66.

Указанные сушилки имеют довольно низкий коэффициент полезного действия – 49 – 51 %, т.к. в их конструкции не предусмотрены дополнительные устройства для экономии топлива: утилизации отработавшего теплоносителя, сушильного агента, охлаждающего воздуха и т.д. При этом низкие показатели стабильности подсистем сушки зерна объясняются в основном недостаточным уровнем автоматизации и регулирования процесса сушки и предварительного нагрева зерна. Показатель стабильности подсистемы сушки у зерносушилки РД2х25 выше, чем у зерносушилки ДСП-32от. Это связано с тем, что в зерносушилке ДСП-32от основной процесс сушки протекает в стадии нагрева зерна, что вследствие неравномерности движения зерна по шахте может вызвать его перегрев, а у зерносушилки РД2х25 – в стадии охлаждения зерна.

У рециркуляционной зерносушилки А1-У3М самые низкие показатели стабильности подсистем предварительного нагрева зерна, сушки зерна и подготовки сушильного агента – 0,28; 0,28 и 0,46, а уровень целостности составляет минус 0,98. Это объясняется сложной технологической схемой сушилки и нестабильной работой подогревателя зерна, вынужденного обеспечивать максимально возможную температуру нагрева рециркулирующего зерна для повышения температуры смеси сырого и рециркулирующего зерна в теплообменнике зерносушилки. При этом нестабильной является и температура сушильного агента, поступающего в газонапорную камеру сушилки после нагревателя зерна и зависящая от режимов его работы. Данная зерносушилка имеет также и повышенный удельный расход электроэнергии на сушку зерна для обеспечения транспортных потоков зерна по принятой технологической схеме сушки.

Повысить уровень целостности технологических систем указанных зерносушилок за счёт повышения стабильности подсистем сушки зерна можно с применением технологии двухстадийной сушки, когда активное вентилирование используется не только для охлаждения, но и для досушки зерна. В этом случае появляется возможность использовать мягкие режимы сушки, отлёжку зерна на различных стадиях сушки, осуществить охлаждение зерна после сушки до температур, близких к температуре атмосферного воздуха, и избежать пересушки зерна, что позволит сохранить его качество и снизить энергозатраты на сушку. При этом расширение функциональных возможностей элементов технологической системы, связанное с введением дополнительной подсистемы, опережает рост их сложности.

С использованием результатов исследовательских и приёмочных испытаний проведена диагностика двухстадийной сушки зерна риса на Славянском комбинате хлебопродуктов Краснодарского края [3]. Применительно к зерносушилкам РД2х25-70, ДСП-32от и системам активного вентилирования в силосах элеватора У1-УВС и зерноскладах СВУ-2 в соответствии со структурными схемами технологических систем сушки разработаны их операторные модели. Результаты диагностики показали, что применение двухстадийной сушки приводит к повышению уровня целостности системы за счёт повышения стабильности основной подсистемы сушки зерна (табл.2).

Таблица 2 – Показатели стабильности подсистем и уровня целостности двухстадийной технологии сушки зерна

Тип сушилки	Тип системы активного вентилирования	Показатели стабильности подсистем				Уровень целостности системы
		Подготовка сушильного агента	Предварительный нагрев зерна	Сушка зерна	Активное вентилирование зерна	
РД2 х 25	У1 – УВС	0,66	0,69	0,81	0,96	+ 0,12
ДСП – 32от	СВУ – 2	0,60	–	0,71	0,87	+ 0,18

Измерение параметров процесса сушки зерна определяли в течение 10 – 12 ч при установившемся режиме работы сушилки. Отбор образцов зерна на измерение его влажности осуществлялся через каждые 30 мин с формированием одной пробы за 2 ч. Температура сушильного агента, теплоносителя, охлаждающего воздуха, а также зерна на входе в сушилку, максимальная при сушке и после охлаждения измерялись через каждые 30 мин.

Для технологической системы двухстадийной сушки зерна уровень целостности зерносушилок ДСП-32от и РД2х25 возрос за счёт повышения стабильности основной подсистемы сушки зерна. Это достигнуто за счёт снижения неравномерности сушки при повышении производительности сушилки по новой технологии и предотвращения пересушивания зерна. Одновременно снижаются колебания влажности и температуры просушенного зерна за счёт обеспечения его досушивания и охлаждения до безопасных температур в подсистеме активного вентилирования. Наиболее перспективно применение технологии двухстадийной сушки зерна при досушке и активном вентилировании зерна в силосах элеваторов с контролируемой подачей атмосферного воздуха.

Одновременно с повышением уровня целостности системы и стабильности отдельных подсистем снижаются энергозатраты на сушку. По результатам приемочных испытаний применение двухстадийной сушки зерна риса позволило снизить затраты топлива на сушку на 15 – 30 %, электроэнергии на 20 % с одновременным увеличением общего выхода крупы на 0,4 – 0,5 % и выхода целой крупы на 2,1 – 2,7 %. С физической точки зрения это объясняется снижением тепловых потерь на сушку за счёт рационального использования тепла, пошедшего на нагрев зерна для испарения влаги в процессе охлаждения в системах активного вентилирования и сокращением потерь тепла с отработавшим сушильным агентом в высоко-температурных зерносушилках.

Выводы

Показано, что процесс сушки зерна можно рассматривать как технологическую систему, состоящую из ряда подсистем, определяемых технологией сушки, каждая из которых характеризуется показателем стабильности, а их суммарное значение определяет уровень целостности всей системы. По результатам расчета этих показателей по данным испытаний в производственных условиях шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилок установлено, что технология двухстадийной сушки имеет уровень целостности выше, чем в зерносушилках, в которых сушка и охлаждение осуществляется в одном блоке за счет увеличения стабильности основной подсистемы сушки зерна. Полученные результаты корреспондируются с удельными энергозатратами на сушку зерна. Приведенный механизм анализа может быть использован для дополнительной оценки эффективности процессов сушки, в том числе его точности, устойчивости, управляемости и надежности.

Литература

1. Панфилов В.А., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств. – М.: Пищевая промышленность, 1996. – 472 с.
2. Аксенова Л.М. Научное обеспечение прогрессивных технологических потоков мучных кондитерских изделий: Автореф. дис... д-ра техн. наук. – М.: 1996. – 43 с.
3. Сорочинский В.Ф. Повышение эффективности конвективной сушки и охлаждения зерна на основе интенсификации тепломассообменных процессов: Автореф. дис... д-ра. техн. наук. – М.: 2003. – 59 с.

УДК 664.726.011:664.71-11

РЕЖИМЫ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Жигунов Д.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье показана технологическая целесообразность проведения влаготепловой обработки при подготовке мягкозерной и безамилозной пшеницы к переработке. Определены оптимальные режимы ВТО для зерна пшеницы новых типов. Для мягкозерной пшеницы рекомендована влажность зерна перед помолом 15,0-15,5 %, продолжительность отволаживания – 10-12 ч. Для безамилозной пшеницы рекомендована влажность зерна перед помолом 16,0-16,5 %, продолжительность отволаживания – 16-18 ч.

The technological usefulness of the conditioning of the soft and waxy wheat prior to milling is shown in this paper. The optimal modes of the conditioning of the new wheat types are determined. For the soft wheat is recommended the optimum milling moisture content 15,0-15,5%, rest period before milling – 10-12 hours. For the waxy wheat is recommended the optimum milling moisture content 16,0-16,5%, rest period before milling – 16-18 hours.

Ключевые слова: пшеница, влаготепловая обработка, режимы, выход муки, белизна, эффективность помола.

Влаготепловая обработка является неотъемлемой составляющей при сортовых помолах. Ее применение вызвано тем, что комплексное воздействие на зерно водой с последующим отволаживанием (отлежкой) зерна приводит к изменению его физико-химических свойств. В результате ВТО происходит снижение плотности зерна, т.е. наблюдается разрыхление первоначальной плотной структуры эндосперма. Это происходит в результате разрушения эндосперма микротрещинами, образующимися при проникновении

воды внутрь зерновки, изменения надмолекулярной структуры биополимеров зерна и конформации их макромолекул, а также вследствие протекания гидролитических биохимических процессов [1, с. 131].

Степень преобразований структурно-механических свойств зерна и изменения его плотности зависит от режимов обработки – кратности увлажнения/отволаживания, степени увлажнения, времени обработки, а также от индивидуальных свойств образца зерна – от начальной плотности и прочности его внутренней крахмалистой части, т.е. от микроструктуры эндосперма.

Одним из показателей, комплексно характеризующих микроструктуру зерна, является его твердозерность. Многочисленными исследованиями установлено, что твердозерность является сортовым признаком. Зерно пшеницы независимо от того, является оно стекловидным или мучнистым, проявляет свойства твердозерности или мягкозерности [2, с. 10]. Твердозерность отражает особенности измельчения зерна и связана с размерами клеток эндосперма, в первую очередь с размером крахмальных зерен, плотностью сцепления промежуточного белка (фриабиллина) с ними, плотностью упаковки крахмальных гранул, упорядоченностью структуры эндосперма, выравненностью алейроновых клеток и их размерами и др. Твердозерные сорта пшеницы отличаются более плотной упаковкой крахмальных зерен вследствие большего объемного содержания мелких зерен крахмала (менее 10 мкм) и наличия генов (группы генов в ДНК пшеницы, определяющих формирование цементирующего слоя водорастворимых веществ между крахмальными зёрнами и белковой матрицей) [3].

Режимы влаготепловой обработки, рекомендуемые Правилами [4], учитывают тип зерна, его начальную влажность и стекловидность, косвенно связанную с твердозерностью зерна. Исторически сложилось, что в Украине селекционируют и выращивают только хлебопекарную пшеницу – мягкую красную озимую твердозерную, в соответствии с ранее действовавшим ДСТУ 3768-98 относящуюся к IV типу (в Правилах приведены рекомендации именно на основании классификации зерна по данному стандарту). Однако благодаря исследованиям ученых селекционно-генетического института НААН в 2000 годах были выведены новые сорта пшеницы, обладающими уникальными технологическими свойствами: мягкозерные сорта мягкой пшеницы и безамилонная (вакси) пшеница. О преимуществах и особенностях целевого использования данных пшениц сказано достаточно много [5-8].

Мягкозерные пшеницы наилучшим образом подходят для производства различных видов печенья, т.к. их крахмал меньше разрушается при измельчении, вследствие этого и более низкого содержания белка, мука из мягкозерной пшеницы имеет меньшую водопоглощительную способность. Также, мука из мягкозерной пшеницы обладает меньшей крупностью частиц, что придает готовым изделиям рассыпчатую и нежную структуру.

Безамилонная (вакси) пшеница является хорошим сырьем для производства макаронных изделий, в странах азиатского региона ее используют для производства вермишели. Из-за особенности структуры крахмала, более высокой твердости эндосперма, при измельчении, особенно увлажненной пшеницы, происходит значительное разрушение крахмальных зерен, что приводит к снижению числа падения в муке до 80 С и увеличению ее водопоглощительной способности. Данный факт позволяет использовать муку из вакси зерна в составе мучных смесей для стабилизации хлебопекарных свойств муки из твердозерной пшеницы с высоким числом падения. Еще одним направлением использования муки из вакси-пшеницы является ее применение для приготовления кулинарных продуктов из замороженного теста, т.к. безамилонный крахмал лучше переносит цикл замораживания/размораживания.

Таким образом, новые типы пшеницы являются перспективным сырьем для производства различных видов хлебобулочной, кондитерской, макаронной и кулинарной продукции. Для их переработки на мукомольных заводах необходимо обосновать структуру и разработать режимы их подготовки и измельчения. Целью данной статьи является обоснование рациональных режимов влаготепловой обработки при подготовке данных новых типов пшеницы к переработке в торговую муку.

Для исследований были выбраны сорт мягкозерной пшеницы Оксана и сорт безамилонной пшеницы Софийка, некоторые показатели качества, которых в сравнении с твердозерным сортом Куяльник представлены в табл.1.

Таблица 1 – Технологические свойства различных сортов пшеницы

Сорт зерна	Стекло-видность, %	Масса 1000 зерен, г	Нагура, г/л	ЧП, с	Зольность, %	Белок, %	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК
Софийка	66	32,7	798	78	1,61	12,8	25	79
Оксана	38	34,0	802	356	1,52	11,5	22	75
Куяльник	55	37,7	807	382	1,52	12,6	24	64

С точки зрения режимов ВТО практический интерес представляет стекловидность зерна. Как видно из табл.1, по стекловидности безамилозный сорт Софийка относится к зерну I группы (высокостекловидная), в то время как мягкозерный сорт Оксана – к III группе (низкостекловидная).

Влаготепловую обработку проводили методом холодного кондиционирования. Зерно пшеницы увлажняли водой комнатной температуры до 15,5 и 16,5 % (дальнейшее увеличение влажности приведет к получению нестандартной по влажности муки), а затем отволаживали в течение 12, 14, 16 ч (сорт Оксана) и 10, 14, 18 ч (сорт Софийка). После этого зерно размалывали на лабораторной мельничной установке МЛУ-202. Т.к. известно, что мука из мягкозерной пшеницы обладает высокой дисперсностью и плохо высевается, а мука из твердозерных сортов пшеницы, а особенно из безамилозной твердозерной пшеницы, наоборот, обладает большей крупностью, то для исключения попадания муки в отруби для ее отбора были установлены достаточно редкие мучные капроновые сита № 38.

Результаты лабораторных помолов неувлажненного зерна показали, что выход муки из безамилозной пшеницы на 2-3 % выше, а выход муки из мягкозерной пшеницы на 4-5 % ниже по сравнению с обычной твердозерной пшеницей сорта Куяльник. При этом характер распределения выхода муки, как по отдельным системам, так и по драному и размольному процессам для различных типов зерна не одинаковый.

Для мягкозерной пшеницы характерен высокий выход муки уже при начальном измельчении зерна на первой драной системе (табл.2), который достигает 20,8 % для неувлажненного зерна. Общий выход муки в драном процессе 31,8 %, что лишь в 1,5 раза меньше выхода размольной муки. В размольном процессе наибольший выход также характерен для первой размольной системы – 26,4 %, таким образом, 2/3 от общего выхода муки получено только на первой драной и первой размольной системах. Данный факт обусловлен низкой твердостью эндосперма мягкозерной пшеницы, и его следует учитывать при построении структуры и обосновании режимов работы систем измельчения.

Увлажнение зерна мягкозерной пшеницы приводит к уменьшению общего выхода муки на 2-3 % и к некоторому перераспределению выхода муки по системам. Так в драном процессе выход муки на первой драной системе уменьшается на 3,1-3,8 % при увлажнении зерна до 15,5 % и на 4-4,5 % – при увлажнении зерна до 16,5 %, а на второй и третьей драных системах выход муки, наоборот, увеличивается так, что общий выход драной муки возрастает на 1-2 %. В размольном процессе, наоборот, происходит уменьшение общего выхода муки на 2,2-2,7 % – при увлажнении зерна до 15,5 % и на 2,2-4,9 % – при увлажнении зерна до 16,5 %.

Таблица 2 – Выход муки 70-процентного лабораторного помола зерна пшеницы сорта Оксана

Показатели	Выход, %						
	11,6	15,5			16,5		
Время отволаживания, ч	—	12	14	16	12	14	16
I др.с.	20,8	18,0	18,1	18,7	16,3	16,8	16,7
II др.с.	5,8	7,4	7,3	6,6	9,0	8,1	7,0
III др.с.	5,2	7,2	6,5	6,5	8,5	8,3	8,3
Всего по драным	31,8	32,6	31,9	31,8	33,8	33,2	32,0
1 р.с.	26,4	26,5	26,2	26,5	22,8	22,9	24,3
2 р.с.	9,5	7,8	7,9	7,9	7,7	8,1	8,8
3 р.с.	3,3	2,4	2,9	2,1	3,8	4,6	3,9
Всего по размольным	39,2	36,7	37,0	36,5	34,3	35,6	37,0
Отруби драные	12,1	20,8	21,2	21,4	21,6	20,6	20,5
Отруби размольные	16,9	9,9	9,9	10,3	10,3	10,6	10,5
Общий выход муки	71,0	69,3	68,9	68,3	68,1	68,8	69,0

Продолжительность отволаживания существенного влияния на изменение выхода муки не оказывает, хотя при увеличении времени отволаживания с 12 до 16 ч выход муки на первой драной системе незначительно увеличивается, а на второй и третьей драных системах – уменьшается. В размольном процессе при увлажнении зерна до 15,5 % выход муки по системам и общий выход размольной муки при увеличении времени отволаживания практически не изменяется, в то время как при влажности зерна перед помолом 16,5 % – незначительно увеличивается.

При помолу неувлажненной вакци пшеницы (табл.3) выход драной муки на 5,9 % меньше по сравнению с твердозерной, а общий выход муки на 7,1 % больше, соотношение между драной и размольной мукой составляет 1:1,8. Наибольший выход муки приходится на первую размольную систему – 33,7 %, что составляет 43 % от общего выхода муки, а также на первую драную и вторую размольные системы – по 18 % от общего выхода муки.

Таблиця 3 – Виход муки 70-процентного лабораторного помола зерна пшениці сорта Софійка

Показатели	Выход, %						
	11,7	15,5			16,5		
Влажность, %	11,7	15,5			16,5		
Время отволаживания, ч	—	10	14	18	10	14	18
I др.с.	14,3	13,3	12,6	12,8	12,8	12,4	12,5
II др.с.	6,3	5,9	5,9	5,7	6,4	5,9	5,8
III др.с.	7,3	6,8	7,8	7,1	8,0	7,7	7,4
Всего по драным	25,9	26,0	26,3	25,6	27,2	26,0	25,7
1 р.с.	33,7	31,6	30,8	29,7	26,3	31,1	30,0
2 р.с.	13,9	12,1	13,0	14,7	14,1	11,2	12,3
3 р.с.	3,6	3,0	3,5	4,2	4,1	3,6	4,4
Всего по размольным	53,2	46,7	47,3	48,6	44,5	45,9	46,7
Отруби драные	7,3	15,0	14,4	14,2	16,5	16,5	15,9
Отруби размольные	13,7	12,3	12,0	11,6	11,8	11,6	11,7
Общий выход муки	79,1	72,7	73,6	74,2	71,7	71,9	72,4

Увлажнение ваки пшеницы приводит к уменьшению общего выхода муки на 4,9-6,4 и 6,7-7,4 % для зерна с влажностью 15,5 и 16,5 %, соответственно. При этом, как и для мягкозерной пшеницы, выход драной муки увеличивается, а выход размольной – уменьшается, соотношение между драной и размольной мукой составляет 1:1,8-1,9 – для зерна, увлажненного до 15,5 %, и 1:1,6-1,8 – для зерна, увлажненного до 16,5 %.

В отличие от мягкозерной пшеницы, увеличение времени отволаживания с 10 до 18 ч оказывает существенное влияние на изменение общего выхода и выхода муки по системам. Увеличение времени отволаживания приводит к незначительному уменьшению выхода драной муки и выхода муки по отдельным драным системам, однако выход размольной муки и общий выход муки увеличивается на 1,9-2,2 % и 0,7-1,5 %, при этом наибольший прирост общего выхода муки наблюдается при меньшей влажности.

Качественную характеристику муки проводили по показателю ее белизны (табл.4 и 5), который определяли на приборе Блик-М. Белизна характеризует степень выделения периферических частей зерна из муки на основе различия в окраске оболочек и эндосперма зерна. Белизна зависит от наличия в муке периферических частиц зерна, содержащих основную часть минеральных веществ, имеющих более темную окраску и обуславливающих оттенок муки. Мука низких сортов содержит значительное количество периферических частиц зерна, поэтому ее белизна ниже, чем у муки высоких сортов.

Белизна играет важную роль при товарной оценке муки и, наряду с клейковиной, сегодня считается основным показателем, по которому осуществляется формирование сортов муки на мельницах. Для муки высшего сорта белизна должна быть не менее 54 ед. (хотя чаще всего высший сорт выпускают с показателями белизны 57-58 ед, а зачастую и выше 60 ед.), первого сорта – 36-53 ед., второго сорта – 12-35 ед.

Таблиця 4 – Белизна муки 70-процентного лабораторного помола зерна пшениці сорта Оксана

Показатели	Белизна, ед.						
	11,6	15,5			16,5		
Влажность, %	11,6	15,5			16,5		
Время отволаживания, ч	—	12	14	16	12	14	16
I др.с.	67,1	69,2	71,4	72,5	75,4	75,7	75,7
II др.с.	66,4	67,1	71,8	72,0	71,4	73,2	72,8
III др.с.	52,5	52,7	52,8	53,9	50,7	49,1	51,4
Всего по драным	64,6	65,1	67,7	68,6	68,1	68,4	68,8
1 р.с.	63,9	69,2	69,2	68,3	66,4	65,3	67,1
2 р.с.	47,1	54,3	56,4	55,8	56,4	61,7	59,3
3 р.с.	29,3	38,9	35,3	40,0	46,0	48,2	38,9
Всего по размольным	56,9	64,1	63,8	64,0	61,9	62,3	62,3
Отруби драные	—	—	—	—	—	—	—
Отруби размольные	—	—	—	—	—	—	—
Общая мука	60,3	64,6	65,6	66,1	65,0	65,2	65,3
Коэффициент К	4285	4475	4520	4517	4425	4489	4507

Таблиця 5 – Белизна муки 70-процентного лабораторного помолу зерна пшениці сорта Софійка

Показатели	Белизна, ед.						
	11,7	15,5			16,5		
Влажность, %	—	10	14	18	10	14	18
Время отволаживания, ч	—	10	14	18	10	14	18
I др.с.	58,5	61,8	62,3	64,6	68,2	67,6	69,6
II др.с.	56,4	61,0	60,7	62,5	66,0	63,8	67,5
III др.с.	42,1	45,3	48,2	46,0	43,2	51,8	47,1
Всего по драным	53,7	57,3	57,8	59,0	60,3	62,0	62,6
1 р.с.	63,2	68,5	69,2	67,8	68,2	70,0	69,3
2 р.с.	51,8	57,2	61,2	59,3	64,3	62,8	62,8
3 р.с.	30,0	38,3	40,3	38,9	51,0	42,5	42,1
Всего по размольным	57,8	63,6	64,9	62,7	65,4	66,1	65,0
Отруби драные	—	—	—	—	—	—	—
Отруби размольные	—	—	—	—	—	—	—
Общая мука	56,4	61,3	62,5	61,4	63,5	64,7	64,1
Коэффициент К	4458	4460	4590	4558	4550	4649	4644

Белизна муки из мягкозерной пшеницы даже из неувлажненного зерна, с учетом достаточно редких сит для ее отбора, была выше 60 ед. При этом белизна муки с первой и второй драных систем, а также с первой размольной системы была выше 64 ед. и соответствовала белизне муки хлебопекарной высшего сорта, белизна муки с третьей драной и второй размольной систем соответствовала муке первого сорта, и только по белизне мука с третьей размольной системы соответствовала муке второго сорта. Белизна драной муки была выше по сравнению с размольной на 7,7 ед.

Увлажнение мягкозерной пшеницы привело к существенному улучшению качества муки. Белизна муки улучшалась практически на каждой системе (за исключением третьей драной) и общая белизна муки повысилась на 4,3-5,8 и 4,7-5,0 ед., а разница между белизной драной и размольной муки уменьшилась до 1-4,6 и 6,1-6,5 ед. для зерна, увлажненного до 15,5 и 16,5 %, соответственно.

Увеличение продолжительности отволаживания способствовало некоторому увеличению белизны драной муки, белизна размольной муки практически не изменялась. Общая белизна муки при увлажнении зерна до 16,5 % оставалась постоянной для различного времени отволаживания, а при увлажнении зерна до 15,5 % с увеличением продолжительности отволаживания с 12 до 16 ч увеличилась лишь на 1,5 ед.

Общая белизна муки из неувлажненного зерна вакци пшеницы (табл.5) также соответствовала муке высшего сорта, однако была меньше по сравнению с мягкозерной на 3,9 ед. В отличие от мягкозерной пшеницы наилучшей белизной характеризовалась размольная мука, особенно мука с первой размольной системы. Белизна размольной муки была на 3,9 ед. больше белизны муки драной.

Увлажнение зерна привело к повышению белизны муки на всех системах без исключения, общая белизна муки повысилась на 4,9-6,0 и 7,1-8,2 ед., таким образом эффект от влаготепловой обработки в улучшении качества муки для вакци пшеницы более выражен по сравнению с мягкозерной пшеницей.

Время отволаживания, как и для мягкозерной пшеницы, не оказывало существенного влияния на качество общей муки, хотя по системам белизна муки изменялась, особенно на первой драной системе.

Для сравнения эффективности помолов, отличающихся различным выходом и белизной муки, был рассчитан интегральный показатель К, который представляет собой произведение общего выхода муки и ее средневзвешенной зольности. Этот показатель для увлажненного зерна обоих типов пшеницы был выше по сравнению с неувлажненным, что доказывает необходимость проведения влаготепловой обработки.

Если сравнивать различные режимы ВТО, то для мягкозерной пшеницы степень увлажнения и время отволаживания практически не влияли на изменение этого показателя, т.е. увеличение влажности зерна свыше 15,5 % и увеличение времени отволаживания свыше 12 ч не является технологически целесообразным.

Для безамилозной (вакци) пшеницы, напротив, наилучшие показатели получены при увеличении степени увлажнения до 16,5 % и времени отволаживания до 18 ч.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Особенностью измельчения мягкозерной пшеницы является пониженный общий выход муки при повышенном выходе драной муки. Мука из мягкозерной пшеницы отличается меньшей крупностью и большей белизной по сравнению с мукой из твердозерной мягкой пшеницы. Белизна драной муки лучше по сравнению с размольной.

2. Характер измельчения ваксы пшеницы аналогичен высокостекловидной твердозерной мягкой пшенице, а мука из безамилозной пшеницы обладает сопоставимой белизной, но большей крупностью по сравнению с твердозерной мягкой пшеницей. Мука наилучшего качества получается в размольном процессе.

3. Влаготепловая обработка зерна перед помолом мягкозерной и безамилозной (ваксы) пшеницы целесообразна, т.к. приводит к улучшению качества муки и повышению технологического коэффициента эффективности помола.

4. Увеличение влажности зерна перед помолом свыше 15,5 % и продолжительности отволаживания свыше 12 ч для мягкозерной пшеницы не оказывает существенного влияния на увеличение выхода и белизны муки.

5. Для ваксы пшеницы увеличение влажности зерна перед помолом до 16,5 % и увеличение времени отволаживания до 18 ч приводит к существенному улучшению эффективности помола.

Литература

1. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. – М.: Колос, 1973. – 264 с.
2. Поснова Л.П. Технологическое значение твердозерности зерна пшеницы / Дис... канд. техн. наук, 05.18.02. – М., 1986. – 181 с.
3. Symes K.J. The inheritance of grain hardness in wheat as measured by the particle size index. // Australian Journal of Agricultural Research. – 1965. – v. 16, №2. – P. 113-123.
4. Правила організації та ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К.: Віпол, 1998. – 145 с.
5. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення – К., Логос, 2011. – 496с.
6. Рибалка О., Аксельруд Д., Боделан О., Блажнівська В. М'якозерні пшениці як сировина для кондитерської промисловості. // Пропозиція, 2011. – №5. – С.38-39.
7. Рибалка О.І, Червоніс М.В., Топораш І.Г. Пшениця вакс з унікальними властивостями крохмалю: можливі напрямки її використання // Хранение и переработка зерна. – 2005. – №7 (73). – С.24-28.
8. Червоніс М.В., Сурженко І.О., Аксельруд Д.В. Створення і дослідження генетичного матеріалу для селекції пшениці спирто-дистильного напрямку / Зб. наук. праць СГІ. – Одеса, 2010. – Вип. 16 (56). – С.175-184.

УДК 664.73.012.3:631.562

ВЛИЯНИЕ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА НА КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ЭТАПЕ КРУПООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СОРТОВЫХ ПОМОЛАХ ПШЕНИЦЫ

Жигунов Д.А., канд. техн. наук, доцент, Ковалев М.А., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе рассмотрена возможность использования шелушения зерна на этапе его подготовки к помолу и приведены данные по влиянию предварительного шелушения зерна на эффективность этапа крупобразования. Установлено, что шелушение зерна позволяет увеличить выход крупных фракций промежуточных продуктов без ухудшения их качества.

The possibility of using of the debranning pre-treatment for the wheat grain preparation and the data of the influence of debranning pre-treatment on the efficiency of the head break process are considered in this paper. Established that debranning can increase the yield of coarse fractions of intermediate products without decrease of its quality.

Ключевые слова: шелушение, крупобразование, зольность, выход промежуточных продуктов.

Многими специалистами и обозревателями зерноперерабатывающей отрасли Украины неоднократно высказывалось мнение об устаревании не только технической базы предприятий, но и о сильном отставании технологических подходов к переработке зерна. Так мировыми производителями давно взят курс как на упрощение и сокращение сложных технологических схем сортового помола, так и на совершенст-

вание технологии подготовки зерна к переработке в целом. Широкое применение находят комбинированные методы очистки зерна от примесей и установка многофункционального высокоэффективного оборудования на этапе его подготовки. Это позволяет реализовать одно из основных требований к современным предприятиям любой отрасли по энерго- и ресурсосберегающим технологиям.

Немаловажным аспектом в работе любого предприятия пищевой отрасли остаются вопросы обеспечения населения экологически чистыми и безопасными продуктами питания. На мукомольных заводах для реализации данного требования используются комбинированные методы на этапе подготовки зерна к помолу. Именно в процессе очистки зерна происходит удаление примесей, ухудшающих качество готовой продукции, но важно учесть, что очистки и подготовки требует также и само зерно. Поэтому важное место на данном этапе переработки занимает очистка поверхности зерна. Повышение эффективности очистки поверхности зерна позволяет улучшить качество не только перерабатываемого сырья, но и как результат – улучшить качество готовой продукции.

На современных отечественных заводах для очистки поверхности зерна применяются обочные машины, способные очистить поверхность зерна от минерального загрязнения и частично удалить оболочку [1]. В то же время более эффективной является влажная очистка поверхности зерна, но из-за высоких затрат воды на современных мукомольных заводах Украины она практически не применяется. Поэтому применение интенсивной очистки поверхности зерна сухим способом более актуально на сегодняшний день. Шелушение зерна пшеницы, т.е. процесс, предназначенный для очистки поверхности, удаления щитка, частично зародыша и оболочек зерна в мукомольном производстве [2] – один из способов, позволяющий решить данный вопрос.

На целесообразность удаления покровных частей зерна перед помолом указывали К.А. Зворыкин, С.К. Нотович и П.А. Козьмин [3]. Еще в 30-х годах эту тему рассматривал В.Я. Гиршсон, однако из-за чрезмерно высокой влажности отходов (до 35-45 %) и необходимости их последующей сушки, этот способ не получил распространения [4]. В послевоенный период в Московском технологическом институте пищевой промышленности были попытки изыскания физико-химических методов отделения оболочек [5]. Но использование химических методов признали неприемлемыми из-за снижения пищевой ценности готовой продукции.

Наиболее значимыми в данном направлении были исследования И.Т. Мерко, И.Р. Дударева и др., проведенные в ОТИПП (г. Одесса), а также работы Б.М. Максимчука, Г.А. Егорова и других исследователей, проведенные в ВНИИЗ и МТИХП (г. Москва). В результате было изучено изменение свойств зерна в процессе подготовки пшеницы к помолу методом шелушения, предложены возможные пути реализации данного процесса, а также описан положительный эффект, полученный в результате экспериментальных помолов [6].

В свою очередь исследованием данного направления совершенствования технологии переработки зерна широко занимались и занимаются западные ученые (Dexter J.E., McGee B.C., Wood Sing N., Bakshi M.S., Appadoo S., Mousia Z.). Так Laca A., Pandiella S., Diaz M., Webb C. установили, что мука, полученная из шелушенного зерна, имеет лучшие санитарно-гигиенические и экологические показатели, а это повышает сроки ее хранения [7]. Evers A., McMaster G. показали, что хотя и зольность муки с шелушенного и шелушенного зерна практически одинакова, но в муке из шелушенного зерна в 1,3-1,5 раза больше алейронового слоя [8].

Положительные результаты исследований многих ученых различных стран позволили мировым лидерам в зерноперерабатывающей отрасли начать внедрение данной технологии в производство [9]. На данный момент налажен широкий выпуск оборудования для реализации технологии предварительного шелушения зерна пшеницы и в Украине [10]. Но, несмотря на это, практически не приводятся данные по влиянию частичного отделения оболочек зерна при его подготовке на процесс измельчения.

Известно, что самой прочной частью зерновки, для разрушения которой необходимо приложить наибольшие усилия, являются поверхностные слои зерна. Прочность оболочек в несколько раз выше, чем эндосперма. Таким образом, расход энергии на разрушение зерна на начальном этапе его измельчения в значительной мере определяется прочностью его оболочек, и их удаление перед измельчением оказывает значительное влияние на структурно-механические свойства зерновки и зерновой массы в целом [11]. Это существенно влияет на режимы и структуру технологического процесса размола зерна, особенно этапа крупобразования.

Поэтому целью данной работы было определение влияния шелушения зерна на этап крупобразования при сортовых помолах пшеницы. Для этого проводилась серия опытов по описанной ниже методике.

Предметом исследования были образцы зерна пшеницы, выращенного в Кировоградской области в 2010 году. Зерно имело следующие показатели качества: начальная влажность 11,4 %; натура 741 г/л; стекловидность 41 %, масса 1000 зерен 29,9 г; зольность 1,75 %. Засоренность зерна не превышала ограничительные нормы для его последующей переработки в муку.

Перед измельчением зерно подвергали холодному кондиционированию в соответствии с рекомендациями Правил [12]. Для этого навеску зерна увлажняли водой до 15,5 %, отволаживали в специальной герметичной емкости в течение 12 ч, после чего зерно направляли на шелушительную систему, затем проводили кратковременное кондиционирование оболочек в течение 15-30 мин с добавлением 0,5 % влаги.

Шелушение зерна проводили на шелушительной установке, имеющей следующие технические характеристики: диаметр отверстий сита D=1 мм, зернистость абразивной поверхности 50 %, мощность электродвигателя W=1 кВт. Размол зерна пшеницы осуществляли на лабораторной мелушечей установке «Nagema», имеющей следующие технические характеристики: количество рифлей R=6; круговая скорость быстровращающегося вальца V= 6 м/с; уклон рифлей Y=6 %, длина вальцов L=150 мм, диаметр вальцов D=220 мм. Сортирование продуктов размола зерна проводили на лабораторном рассеве с такими техническими характеристиками: амплитуда колебаний A=100 мм, частота колебаний N=150 об/мин, мощность электродвигателя W=1 кВт.

Для установления влияния степени шелушения зерна на перераспределение выхода промежуточных продуктов на этапе крупобразования проводили измельчение нешелушенного и шелушенного зерна на трех драных системах при одинаковых режимах работы соответствующих драных систем: на I др.с. режимы работы составляли 29 % (классический) и 42 % (низкий), на II др.с. режимы работы системы устанавливали таким образом, чтобы общее извлечение на 2-х драных системах составляло 67-69 % и 74-75 %. Зазор на третьей драной системе был фиксированный. Общее извлечение продуктов измельчения на этапе крупобразования составляло 78-80 % (табл.1).

Режимы систем регулировали изменением межвальцового зазора. Как видно из табл.1, на первой драной системе зазор для достижения одинакового уровня общего извлечения для нешелушенного и шелушенного зерна устанавливали практически одинаковым, т.е. на данной системе наличие/отсутствие некоторой части оболочек практически не оказывает влияние на общее извлечение образующихся промежуточных продуктов, особенно при высоком режиме (низком общем извлечении) на первой драной системе. Это объясняется тем, что при начальном измельчении, во-первых, происходит измельчение наименее прочного зерна, например, поврежденного клопом-черепашкой [13, с. 259], а во-вторых, эндосперм измельчается по наиболее крупным микротрещинам, присутствующим в зерне в результате естественных процессов при его созревании и хранении, а также образующихся в результате влаготепловой обработки при его подготовке к помолу. Кроме того, на этой системе измельчаются преимущественно периферические слои эндосперма, имеющие большую микротвердость по сравнению с внутренними (центральными) [14, с. 82].

На второй и третьей драных системах роль зазора в установке необходимого режима более существенна. Для достижения одинаковых режимов зазоры на этих системах при измельчении шелушенного зерна необходимо увеличивать, что, по-видимому, связано с уменьшением количества трудноизмельчаемых оболочек в продукте, пришедшем на измельчение, а также, возможно, с увеличением количества микротрещин, образовавшихся в результате воздействия на зерно при шелушении.

Таблица 1 – Характеристика опытов при различной степени шелушения и одинаковых режимах систем на этапе крупобразования

Степень шелушения, %	Зазор, мм			Режим системы, %			Режим системы, % к I др.с.			Общее извлечение продуктов крупобразования, %	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I-II	I-III
0	0,80	0,35	0,14	29,1	56,1	25,9	29,1	39,7	8,1	68,8	76,9
	0,80	0,20	0,14	29,0	65,0	13,8	29,0	46,2	3,4	75,2	78,6
	0,65	0,37	0,14	42,3	46,3	25,5	42,3	26,7	7,9	69,0	76,9
	0,65	0,22	0,14	42,3	57,3	13,4	42,3	33,2	3,2	75,5	78,7
3	0,81	0,40	0,14	29,8	55,8	25,5	28,8	39,8	8,0	68,6	76,6
	0,81	0,30	0,14	30,2	64,5	17,4	29,1	45,8	4,4	74,9	79,3
	0,66	0,40	0,14	43,6	46,3	25,0	42,0	26,8	7,8	68,8	76,6
	0,66	0,30	0,14	43,2	58,7	16,5	41,7	34,2	4,0	75,9	79,9
5	0,82	0,40	0,14	28,1	54,4	40,8	26,7	39,9	13,6	66,6	80,2
	0,82	0,30	0,14	28,3	66,1	29,9	27,0	48,2	7,5	75,2	82,7
	0,65	0,40	0,14	41,8	46,1	39,9	39,8	27,9	12,9	67,7	80,6
	0,65	0,30	0,14	41,3	59,1	28,4	39,0	36,0	7,0	75,0	82,0

При классическом режиме на I драной системы степень шелушения зерна не оказывала существенного влияния на изменение выхода промежуточных продуктов (табл.2). При низком режиме первой драной системы шелушение зерна до 3 % привело к увеличению выхода крупной крупки с 14,3 до 18,0 % за счет уменьшения выхода более мелких фракций промежуточных продуктов. Дальнейшее увеличение степени шелушения не приводило к существенному перераспределению выхода промежуточных продуктов на первой драной системе.

Таблица 2 – Выход промежуточных продуктов на I др.с при различной степени шелушения и одинаковых режимах на системах крупобразования

Извлечение, % к I др.с.		Выход промежуточных продуктов, %					U _{I-III} , %
U _I	U _{I-II}	кр.кр.	ср.кр.	м.кр.	дунст	мука	
Без предварительного шелушения							
29,1	68,8	10,7	3,7	3,8	4,0	6,9	76,9
29,0	75,2	11,5	4,1	3,5	4,3	5,6	78,6
42,3	69,0	14,3	6,1	5,1	6,1	10,7	76,9
42,3	75,5	14,1	6,1	5,2	6,9	10,0	78,7
С предварительным шелушением 3%							
28,8	68,6	10,9	3,9	3,3	3,9	6,9	76,6
29,1	74,9	11,2	4,0	3,6	4,1	6,3	79,3
42,0	68,8	18,0	5,8	4,4	5,2	8,6	76,6
41,7	75,9	18,1	5,7	4,6	5,3	8,0	79,9
С предварительным шелушением 5%							
26,7	66,6	10,7	3,7	2,8	3,4	6,1	80,2
27,0	75,2	11,2	3,6	2,9	3,6	5,6	82,7
39,8	67,7	17,4	5,3	4,2	4,8	8,1	80,6
39,0	75,0	17,0	5,2	4,3	5,1	7,5	82,0

На II драной системе (табл.3) применение предварительного шелушения зерна перед помолом существенно увеличило выход крупной крупки, как при высоком (U_I=29 %), так и при низком режиме (U_I=42 %) на первой драной системе. По сравнению с нешелушенным зерном, при измельчении шелушенного зерна (степень шелушения 3 %) при классическом режиме на первой драной системе и низком общем извлечении с 2-х драных систем – выход крупной крупки на второй драной системе увеличился с 6,3 до 18,4 %, а при низком режиме первой драной системы – с 4,9 до 10,6 %. В обоих случаях увеличение выхода крупной крупки происходило за счет уменьшения выхода мелких фракций промежуточных продуктов (в основном дунстов и муки). В свою очередь, увеличение общего извлечения с 2-х драных систем приводило к переизмельчению крупной и средней крупки, как при классическом, так и низком режиме на первой драной системе, в результате чего выход крупной крупки вообще снижался, а выход средней крупки возрастал лишь на 1-1,5 %.

Увеличение степени шелушения с 3 до 5 %, как и для первой драной системы, не приводило к существенному изменению выхода отдельных фракций промежуточных продуктов на второй драной системе.

Тенденция увеличения выхода крупной крупки при шелушении зерна сохранялась и для общего выхода промежуточных продуктов с 3-х драных систем (табл. 4). Так, при низком общем извлечении с 2-х драных систем при степени шелушения 3 % выход крупной крупки по сравнению с нешелушенным зерном увеличился на 12,3 и 9,4 %, а при высоком общем извлечении с 2-х драных систем – на 3,7 и 6,0 %, соответственно, при классическом и низком режиме первой драной системы.

Для оценки качества промежуточных продуктов на этапе крупобразования используется показатель их зольности. Изменение зольности характеризуют содержание оболочечных частиц в продуктах при их переработке. В зависимости от зольности продуктов, т.е. от их качества, в дальнейшем осуществляется построение технологического процесса сортового помола и принимается решение о направлении продуктов на ту или иную систему. В связи с этим нами рассмотрено влияние предварительного шелушения зерна, как на количественные показатели процесса измельчения, так и на качественные, в частности на зольность промежуточных продуктов.

Таблица 3 – Выход промежуточных продуктов на II др.с. при различной степени шелушения и одинаковых режимах на системах крупобразования

Извлечение, % к I др.с.		Выход промежуточных продуктов, %					U _{I-III} , %
U _I	U _{I-II}	кр.кр.	ср.кр.	м.кр.	дунст	мука	
Без предварительного шелушения							
29,1	68,8	6,3	5,7	7,4	8,5	11,8	76,9
29,0	75,2	7,1	5,4	8,9	10,4	14,4	78,6
42,3	69,0	4,9	4,4	4,6	5,2	7,6	76,9
42,3	75,5	5,7	4,2	5,5	8,1	9,7	78,7
С предварительным шелушением 3%							
28,8	68,6	18,4	7,0	4,5	3,9	6,0	76,6
29,1	74,9	11,1	8,6	8,7	7,8	9,6	79,3
42,0	68,8	10,6	5,8	3,3	2,9	4,2	76,6
41,7	75,9	8,7	6,6	6,7	5,4	6,8	79,9
С предварительным шелушением 5%							
26,7	66,6	14,6	8,8	5,3	4,6	6,6	80,2
27,0	75,2	11,3	10,1	9,6	8,1	9,1	82,7
39,8	67,7	10,7	6,0	3,6	3,1	4,5	80,6
39,0	75,0	9,1	7,1	6,7	5,9	7,2	82,0

На рис. 1 представлены данные изменения средневзвешенной зольности промежуточных продуктов при различной степени шелушения зерна и различных режимах работы систем этапа крупобразования.

Установлено, что предварительное шелушение зерна приводило к снижению средневзвешенной зольности всех промежуточных продуктов при классическом режиме на первой драной системе и общем извлечении с 2-х драных систем 68 %. При степени шелушения 5 % средневзвешенная зольность крупной крупки снизилась на 0,11 %, а средней – на 0,14 % при соответствующих режимах работы драных систем, за счет удаления части оболочек зерна, переходивших в промежуточные продукты при его измельчении. Однако при дальнейшем увеличении общего извлечения на первой драной системе шелушение зерна приводило к увеличению средневзвешенной зольности крупной крупки, так при степени шелушения 3 % увеличение составило 0,04 %. Это можно объяснить значительным увеличением выхода крупной крупки при низких режимах на первой драной системе, а соответственно, большим количеством оболочек, переходящих в промежуточные продукты при измельчении зерна.

Таблица 4 – Выход промежуточных продуктов на I-III др.с. при различной степени шелушения и одинаковых режимах на системах крупобразования

Извлечение, % к I др.с.		Выход промежуточных продуктов на I-III др.с., %					U _{I-III} , %
U _I	U _{I-II}	кр.кр*	ср.кр*	м.кр	дунст	мука	
Без предварительного шелушения							
29,1	68,8	17,0	9,4	12,2	14,8	23,5	76,9
29	75,2	18,6	9,5	12,9	15,7	21,9	78,6
42,3	69	19,2	10,5	10,7	13,5	23,0	76,9
42,3	75,5	19,8	10,3	11,2	16,0	21,4	78,7
С предварительным шелушением 3%							
28,8	68,6	29,3	10,9	9,0	10,3	17,2	76,6
29,1	74,9	22,3	12,6	13,1	13,3	18,1	79,3
42,0	68,8	28,6	11,6	9,0	10,5	16,9	76,6
41,7	75,9	26,8	12,3	12,1	12,0	16,7	79,9
С предварительным шелушением 5%							
26,7	66,6	25,3	12,5	10,3	12,3	19,8	80,2
27,0	75,2	22,5	13,7	13,7	13,9	18,8	82,7
39,8	67,7	28,1	11,3	10,0	11,9	19,3	80,6
39,0	75,0	26,1	12,3	12,1	13,1	18,5	82,0

Примечание * – Без учета продуктов третьей драной системы

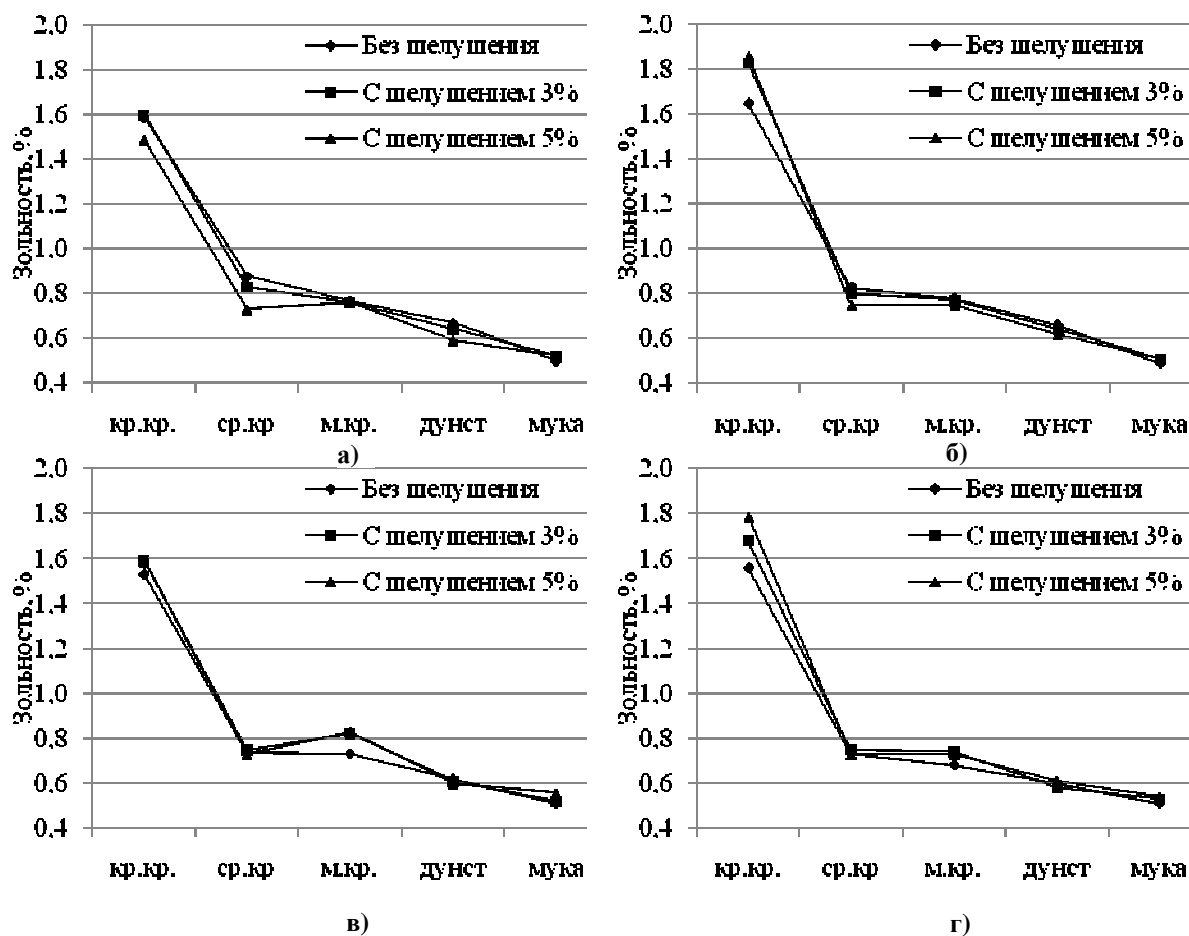


Рис. 1 – Средневзвешенная зольность промежуточных продуктов на I-III др.с. при различной степени шелушения и одинаковых режимах на системах крупобразования: а) $U_I=29\%$, $U_{I-II}=68\%$; б) $U_I=29\%$, $U_{I-II}=75\%$; в) $U_I=42\%$, $U_{I-II}=69\%$; г) $U_I=42\%$, $U_{I-II}=75\%$.

Шелушение зерна при увеличении общего извлечения с 2-х драных систем до 75 % приводило к более значительному росту средневзвешенной зольности крупной крупки. Так при степени шелушения 3 % средневзвешенная зольность крупной крупки увеличилась на 0,19 и 0,14 % при классическом и низком режиме первой драной системы, соответственно, за счет переизмельчения промежуточных продуктов, т.е. уменьшения выхода крупной крупки и увеличения доли оболочек в данной фракции промежуточных продуктов.

Интересно заметить, что при применении предварительного шелушения зерна наблюдалось как увеличение белизны, так и увеличение средневзвешенной зольности муки при различных режимах работы, именно этот факт в свое время воспрепятствовал широкому распространению данного способа подготовки зерна к помолу, т.к. сорт муки тогда определялся исключительно по зольности, в то время как в настоящее время практически вся промышленность перешла на показатель белизны муки. Одновременное увеличение и белизны и зольности в муке объясняется увеличением содержания высокозольного и бесцветного алейронового слоя, богатого витаминами и минеральными веществами, что наряду с улучшением цвета муки, снижением ее обсемененности микроорганизмами повышает биологическую ценность готовой продукции.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Шелушение зерна на этапе его подготовки к помолу положительно влияет на увеличение выхода технологически более ценных крупных фракций промежуточных продуктов, а при определенных режимах не ухудшает качество промежуточных продуктов и способствует улучшению технологических и биохимических показателей готовой продукции.

2. Для производства можно рекомендовать следующие режимы измельчения: на первой драной системе – 40-45 %, общее извлечение с 2-х драных систем – 67-72 %. Режим третьей драной системы необходимо уменьшать до 30-35 %, т.к. на данной системе происходит резкое увеличение зольности крупок.

3. Увеличение степени шелушения зерна свыше 3 % для развитых сортовых помолов является не целесообразным, т.к. при этом резко возрастают энергозатраты на шелушение, а выход крупных фракций промежуточных продуктов и их качество существенно не увеличиваются.

Литература

1. Мерко И.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. – Одеса: Друк, 2001. – 348 с.
2. Верещинский А.П. Шелушение пшеницы в сортовых помолках // Хранение и переработка зерна. – 2008. – №9. – С. 52-55.
3. Алимкулов Ж.С. Опыт подготовки зерна пшеницы к помолу с предварительным отделением оболочек / Мукомольно-крупяная промышленность. Экспресс информация. – М.: ЦНИИЭИ Минзага СССР, 1979. – №7. – С. 22.
4. Гиришон В.Я. Экспериментальные исследования процессов технологии зерна. – М.: Заготиздат, 1949. – 152 с.
5. Любарский Л.Н. Разработка оптимальных условий для отделения оболочек у ржи гидротермическим методом до размола / Отчет о научно-исследовательской работе МТИПП. – М., 1948.
6. Мерко И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 506 с.
7. Laca A., Pandiela S.S., Diaz M., Webb C. Distribution of microbial contamination within cereal grains // Journal of Food engineering. – 2006. – v.72, №4. – P. 332-338.
8. Эверс А., Келфкенс М., МакМастерс Г. Определение зольности - полезный стандарт или пустая трата времени // Хранение и переработка зерна. – 2003. – №9. – С. 40-46.
9. Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J. Dry processes to develop wheat fraction and products with enhanced nutritional quality // Journal of Cereal Science. – 2007. – v.46, №3. – P.327-347.
10. Верещинский А.П. Подготовка зерна шелушением на мельницах сортовых помолов пшеницы большой производительности // Хлебопродукты. – 2010. – №1. – С. 32-33.
11. Куприц Я.Н. Физико-химические основы помола зерна. – М.: Заготиздат, 1946. – 214 с.
12. Правила організації та ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К.: Віпол, 1998. – 145 с.
13. Козьмина Н.П. Биохимические основы улучшения качества зерна. – М. Хлебоиздат, 1959. – 403 с.
14. Хусид С.Д. Измельчение зерна. – М.: Хлебоиздат, 1958. – 248 с.

УДК 664.641.016

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ НА ПРОЦЕСС КРУПООБРАЗОВАНИЯ

Чумаченко Ю.Д., доцент, Батт А.В., доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведено исследование крупобразующей способности зерна тритикале при различных режимах холодного кондиционирования. Установлены оптимальные режимы подготовки зерна – влажность 14-14,5 %, время отволаживания – 8-10 часов.

A research on grain making capacity of triticale grain at various modes of cold conditioning is conducted. Optimal modes (behavior) of grain preparation are set - humidity 14-14,5 %, softening time – 8-10 hours

Ключевые слова: тритикале, крупобразование, воднотепловая обработка.

Возможность использование муки тритикале в производстве хлеба привлекает ученых и производственников многих стран [1,4]. В нашей стране Министерством аграрной политики и продовольствия была утверждена «Инструкция по технологии производства хлебопекарной сортовой и обойной муки из зерна тритикале». Это дает возможность мукомолам перерабатывать тритикале в муку, как пшеницу и рожь, хлебопекам – расширить ассортимент хлебобулочных и кондитерских изделий с диетическими свойствами. [2,3] Но получение сортовой муки высокого качества из тритикале на сегодня остается не простой задачей из-за негативного влияния генома ржи на хлебопекарные свойства муки.

В работе исследованы мукомольные свойства тритикале харьковской селекции.

Мукомольные свойства зерна включают в себя комплекс технологических показателей: количество и качество крупок и дунстов, вымалываемость оболочек, удельный расход энергии, общий выход муки и ее качество. Одним из важных этапов сортовых помолов является процесс крупобразования, основной задачей которого является получение максимального количества промежуточных продуктов с наилучшими качественными показателями.

Исследование влияния методов и режимов воднотепловой обработки на процесс крупобразования позволяет оценить возможности получения, при сортовых помолках тритикале, муки с высокими количественно-качественными показателями. При исследовании процесса крупобразования наиболее распространенный метод воднотепловой обработки – холодное кондиционирование.

В табл. 1 приведены данные о влиянии влажности и времени отволаживания зерна тритикале на процесс крупобразования. Как видно из приведенных в таблицах результатов, с увеличением степени увлажнения зерна выход крупной крупки снижается. Одновременно увеличивается выход и снижается зольность средней и мелкой крупок.

Снижение выхода крупной крупки опережает увеличение выхода более мелких фракций, в результате чего снижается общее извлечение. Это можно объяснить повышением степени разрыхления эндосперма при увеличении влажности зерна.

При этом облегчается отделение эндосперма от оболочных частиц и качественные показатели продуктов измельчения улучшаются. Однако данный процесс происходит только до оптимального для данного зерна влагосодержания. С увеличением влажности зерна выше оптимальной происходит ухудшение качества промежуточных продуктов вследствие пластификации эндосперма. При влажности 12 % зерно тритикале измельчается как упруго-хрупкое тело, в продуктах измельчения которого преобладают крупные фракции крупок. Выход крупной крупки 41,5-44,2 % с зольностью 2,0-2,14 % при общем выходе крупок и дунстов 71,5-73,0 %. При увеличении количества добавляемой к зерну воды (влажность 14 %) выход крупок и дунстов снижает до 70,5-72,0 % с одновременным снижением зольности 1,67-1,72 % до 1,54-1,56 %.

Таблица 1 – Влияние влажности и продолжительности отволаживания зерна тритикале на его мукомольные свойства

Прод-сть отвол. час.	Влажность зерна %	Выход крупок, дунстов и муки (ц/з), %							
		кр. крупка	ср. крупка	м. крупка	Итого крупок	дунст	Итого крупок и дунстов	мука	Общее извлечение
4	12	<u>41,5</u> 21,05	<u>12,0</u> 1,38	<u>8,0</u> 1,09	<u>61,5</u> 1,79	<u>10,0</u> 0,88	<u>71,5</u> 1,67	<u>4,5</u> 0,90	<u>76,0</u> 1,62
	14	<u>37,0</u> 2,04	<u>12,5</u> 1,25	<u>10,5</u> 0,94	<u>60,0</u> 1,68	<u>10,5</u> 0,81	<u>70,5</u> 1,56	<u>4,5</u> 0,91	<u>75,0</u> 1,52
	16	<u>37,0</u> 1,99	<u>12,5</u> 1,13	<u>9,0</u> 0,88	<u>58,5</u> 1,64	<u>10,5</u> 0,82	<u>69,0</u> 1,51	<u>3,5</u> 0,85	<u>72,5</u> 1,48
8	12	<u>44,2</u> 2,0	<u>11,2</u> 1,27	<u>8,0</u> 1,13	<u>63,4</u> 1,76	<u>8,8</u> 0,96	<u>72,2</u> 1,67	<u>5,3</u> 0,94	<u>77,5</u> 1,63
	14	<u>42,2</u> 1,93	<u>12,4</u> 1,20	<u>9,5</u> 0,91	<u>64,1</u> 1,65	<u>7,7</u> 0,75	<u>71,8</u> 1,54	<u>4,5</u> 0,75	<u>76,3</u> 1,49
	16	<u>39,0</u> 2,03	<u>11,5</u> 1,13	<u>8,5</u> 0,87	<u>59,0</u> 1,69	<u>11,5</u> 0,75	<u>70,5</u> 1,54	<u>5,0</u> 0,79	<u>75,5</u> 1,49
12	12	<u>41,5</u> 2,14	<u>12,0</u> 1,39	<u>10,0</u> 1,09	<u>63,5</u> 1,83	<u>9,5</u> 0,93	<u>73,0</u> 1,72	<u>5,5</u> 0,90	<u>78,5</u> 1,66
	14	<u>40,0</u> 2,01	<u>13,0</u> 1,22	<u>9,0</u> 0,86	<u>62,0</u> 1,68	<u>10,0</u> 0,81	<u>72,0</u> 1,55	<u>4,5</u> 0,86	<u>76,5</u> 1,52
	16	<u>37,5</u> 1,98	<u>12,5</u> 1,14	<u>9,0</u> 0,88	<u>59,0</u> 1,63	<u>10,5</u> 0,78	<u>69,5</u> 1,51	<u>4,5</u> 0,87	<u>74,0</u> 1,47

При дальнейшем увеличении влагосодержания (влажность 16 %) зерно переходит еще в более пластичное состояние, в результате чего ухудшается измельчение продуктов, так как происходит их частичное сплющивание, что снижает общее извлечение крупок и дунстов при незначительном улучшении их качества. Зольность муки несколько улучшается, но выход ее снижается из-за ухудшения севкости влажного продукта.

При увеличении продолжительности отволаживания происходит завершение процесса разрыхления эндосперма под действием влаги, что ведет к снижению выхода крупных фракций и увеличению мелких

крупок и дустов. Как свидетельствуют приведенные в табл. 1 данные, при достижении времени, необходимого для разрыхления эндосперма, качество полученных крупок и дунстов улучшается, одновременно увеличивается общее извлечение. Для зерна тритикале увеличение времени отволаживания с 4 до 8 часов способствует увеличению общего извлечения и снижению зольности полученных продуктов. Аналогично изменяются количественно-качественные показатели зерна других образцов. Дальнейшее увеличение времени отволаживания практически не влияет на количественно-качественные показатели, а в отдельных случаях даже несколько снижает их.

На рис. 1 показано изменение показателя К и удельной энергоемкости процесса крупобразования зерна тритикале в зависимости от продолжительности отволаживания. При отволаживании происходит релаксация напряжений, вызванных градиентом влагосодержания, в результате чего часть упругих деформаций переходит в остаточные. В начальный период отволаживания релаксация напряжений происходит достаточно интенсивно и сопровождается изменением физических свойств зерна и его качества. Увеличивается степень разрыхления эндосперма, в результате чего, снижается энергоемкость процессов. При дальнейшем отволаживании до 8-10 часов релаксация напряжений постепенно снижается, технологические свойства (показатель К), при этом улучшаются (с 46,9-49,3 до 47,5-51,2). Дальнейшее увеличение продолжительности отволаживания ведет к постепенному ухудшению мукомольных свойств, что, по-видимому, вызвано некоторым упрочнением структуры эндосперма. Происходит резкое изменение удельной энергоемкости при увеличении продолжительности отволаживания с 4 до 8 часов, при этом возрастают количественно-качественные показатели (К). Дальнейшее изменение продолжительности отволаживания с 8 до 12 часов ведет к увеличению энергоемкости процессов и снижению показателя К.

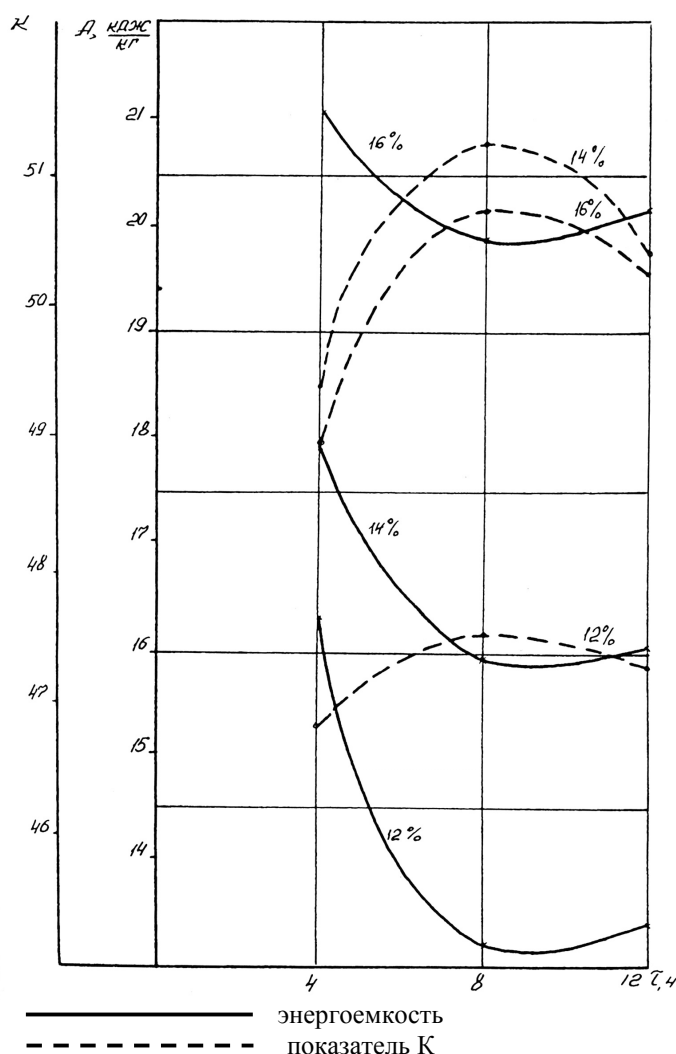


Рис. 1 – Влияние влажности и времени отволаживания на технологические свойства зерна тритикале

Приведенные исследования свидетельствуют, что крупобразование является сложным процессом, в котором участвуют и взаимодействуют многие факторы.

Для зерна тритикале средней стекловидности (40-60 %) при проведении сортовых помолов наиболее оптимальными режимами воднотепловой обработки являются увлажнение до 14-14,5 % и продолжительность отволаживания 8-10 часов.

Литература

1. Ільчук В. Яке борошно нам потрібне / Зерно і хліб, 1999 р., № 2. С. 6-7
2. Пашенко Л.П., Лобарь А.В., Гончаров С.В., Воронцов В.Р. Новые сорта тритикале в технологи хлеба / Тритикале России. Сб. материалов конференции 8-10 июля 1999 г. Ростов-на-Дону, 2000.-С. 110-113.
3. Рябчун В.К., Шатохин В.И., Панченко И.А. Хлебопекарное качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале/Тези Між нар. конф. «Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва». Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва .- Х. 1999 р. - С. 199-200.
4. Тертычная Т.Н., Гончаров С.В. Технологические аспекты использования муки из зерна тритикале в хлебопечении/ Тритикале России. Сб. материалов конференции 8-10 июля 1999 г., Ростов-на-Дону 2000 г. С. 113-118.

УДК 664.785.3

КРУПА ВІВСЯНА ПЛЮЩЕНА З ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА

Соц С.М., канд. техн. наук., доцент, Кустов І.О., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У даній статті наведено структурну схему переробки голозерного вівса в крупи вівсяні плющені. Розглянуті особливості виробництва круп вівсяних плющених при застосуванні запропонованої схеми.

This article describes structural scheme of processing naked oats into flakes. Considered features of processing flakes by using proposed scheme.

Ключові слова: голозерний овес, круп'яне виробництво, схема переробки голозерного вівса, крупи вівсяні плющені.

Упродовж багатьох століть овес був важливою зернофуражною культурою. В останні десятиліття овес набуває все більшого значення для сільськогосподарського виробництва і харчопереробної промисловості. Овес є сировиною для виробництва круп, пластівців, борошна, кавових напоїв. Вівсяна крупа серед інших круп'яних продуктів займає провідне місце за харчовою поживністю завдяки своєму білковому складу, збалансованості амінокислот і наявності слизистих речовин, які надають крупі дієтичних властивостей. Завдяки високій харчовій цінності білків вівсяну муку використовують для дієтичного та дитячого харчування.

На даний момент селекціонерами виведені оригінальні сорти зернових культур, які відрізняються від традиційних культур анатомічною будовою і мають підвищену кількість поживних речовин. Серед них особливе місце займають голозерні форми вівса.

Голозерний овес є новою культурою, яка ще широко не застосовується для виробництва харчових продуктів, але навіть елементарні розрахунки показують, що її використання в харчовій промисловості буде значно ефективніше за рахунок особливостей анатомічної будови, за рахунок чого спрощується процес переробки.

До Державного Реєстру сортів рослин України занесені голозерні сорти вівса Абель, Марафон, Солломон, Самуель, Скарб України.

При попередніх дослідженнях було розглянуто технологічні властивості та особливості хімічного складу плівчастого і голозерного вівса. Було встановлено, що голозерний овес має кращі технологічні властивості та є більш збалансованим за хімічним складом, ніж плівкові форми вівса.

Метою цього дослідження є визначення основних технологічних операцій для переробки голозерного вівса в крупи вівсяні плющені з метою максимально ефективного використання зернової сировини.

В Україні продуктами переробки вівса є крупи вівсяні неподрібнені, з яких при подальшій обробці виробляють крупи вівсяні плющені, пластівці «Геркулес», «Пелюсткові», «Екстра» та толокно.

Останнім часом серед круп'яних продуктів все більше користуються попитом пластівці та крупи швидкого приготування, вироблені з вівса.

Для виробництва пластівців з вівса використовують крупу вівсяну не подрібнену або овес круп'яний. Переробка плівкових сортів вівса в крупу вівсяні не подрібнені є складним енергоємним процесом, при якому отримують багато побічних продуктів та відходів, при цьому вихід крупи за рахунок великої кількості плівок на поверхні зернівки становить в середньому 45-46 %, тому сьогодні при виробництві вівсяних пластівців на круп'яних заводах частіше використовують як сировину крупу вівсяну не подрібнену, оцінюючи це як найбільш раціональний спосіб організації виробництва.

Процес виробництва пластівців та круп швидкого приготування з голозерного вівса також включає етапи виробництва з нього круп вівсяних не подрібнених, але при цьому в технологічному процесі відсутні найбільш енергоємні операції технологічного процесу. Вихід крупи вівсяної не подрібненої при переробці голозерного вівса в середньому становить 84-85 % і відповідно лише 15-16 % побічних продуктів, тому ефективніше буде використовувати як сировину для пластівців зерно голозерного вівса, ніж готову крупу з нього.

За даними анатомічного та хімічного складу при раніше проведених дослідженнях на кафедрі технології переробки зерна Одеської національної академії харчових технологій для голозерного вівса була розроблена лабораторна схема отримання крупи плющеної із застосуванням холодного і гарячого кондиціонування (рис.1).

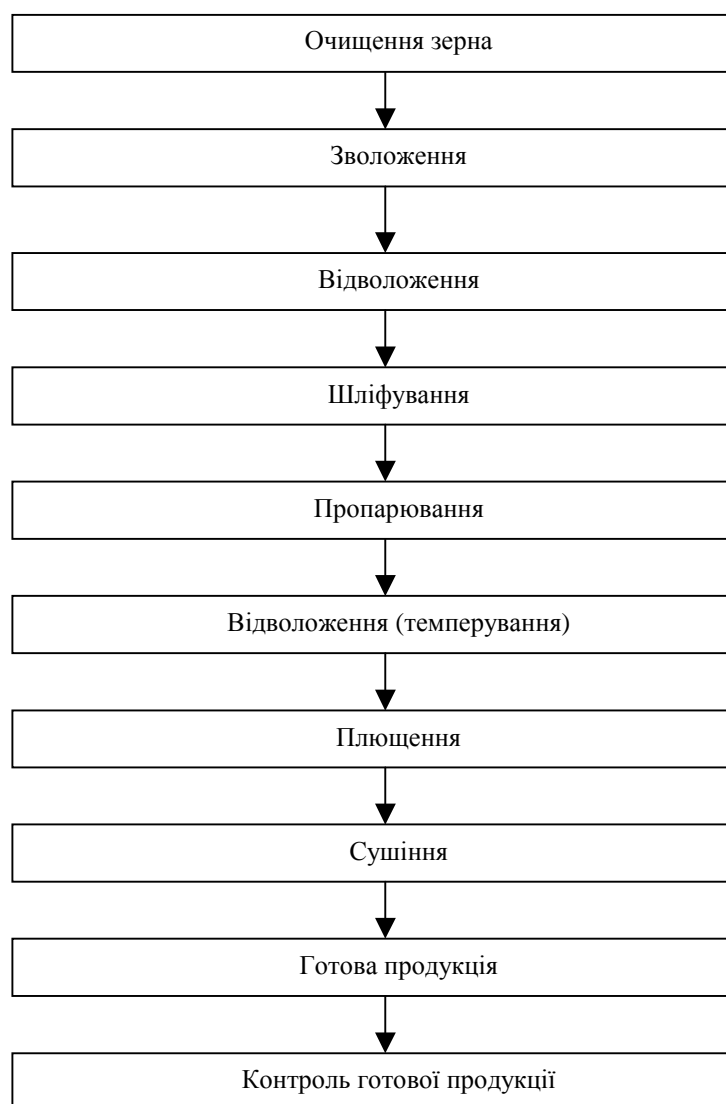


Рис. 1 – Структурна схема виробництва пластівців при переробці голозерного вівса

Переробка голозерного вівса в крупу вівсяні плющені за даною схемою полягає в попередньому очищенні зерна від легких домішок і невеликої кількості плівок, які присутні в зерновій масі на ситах і пневмосепараторі. Після чого проводять перший етап воднотеплової обробки (ВТО), який складається зі зволоження і відволоження зерна. В результаті зволоження і відволоження в зерні голозерного вівса від-

бувають глибокі фізико-хімічні зміни, за рахунок чого зерно стає більш пластичним, що зменшує кількість подрібненого ядра на етапі його шліфування. Шліфування зерна голозерного вівса проводять на шліфувальних машинах з абразивною поверхнею на двох послідовних шліфувальних системах, у процесі цієї операції з поверхні зернівки видаляються плодіві, насінні оболонки і частково зародок. У результаті проведення шліфування знижується зольність і оскільки частково видаляється зародок, в якому міститься велика кількість жиру, це також збільшує стійкість отриманих круп, продовжуючи термін їх зберігання.

Шліфований овес направляють на пропарювання у пропарювач періодичної дії. В результаті пропарювання вологість зерна збільшується ще на 2-3 %. При цьому за рахунок пропарювання покращуються споживчі властивості кінцевої продукції: покращується засвоюваність, змінюється мікрофлора зерна, зменшується термін варіння, збільшуються строки зберігання крупи за рахунок інактивації ферментів. Після пропарювання зерно темперують. Процес темперування необхідно проводити для більш рівномірного розподілу вологи в зерні, що приводить до збільшення виходу та покращення якості пластівців.

Плющення проводять на плющильних або вальцювих верстатах із гладкими вальцями. Після плющення пластівці направляють на сортування для контролю готової продукції, при цьому вилучають мучку та дрібку. Після плющення крупу висушують потоком гарячого повітря до нормативної вологості 12 %.

Основною відмінністю наведеної схеми від класичної схеми переробки вівса у пластівці є відсутність енергоємної операції луцення та етапу сортування продуктів луцення, що значною мірою знижує витрати на виробництво пластівців, значно збільшується вихід готової продукції за рахунок відсутності квіткових плівок.

Висновки

1. У ході даного дослідження були визначені основні етапи технологічного процесу переробки голозерного вівса в крупи вівсяні плющені.
2. Аналіз розробленої схеми показав більшу раціональність використання голозерного вівса для виробництва круп'яних продуктів, що дає змогу скоротити технологічний процес і відповідно зменшити затрати на виробництво.

Література

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К., 1998. – 164 с.
2. Иунихина В. Продукты из овса / В. Иунихина, Е. Мельников // Хлебопродукты. – 2006. – № 3. – С. 30-32
3. Иунихина В. Крупьяные продукты быстрого приготовления / В. Иунихина, Е. Мельников // Хлебопродукты. 2006. – № 1. – С. 30-32
4. Линниченко В. Современные технологии крупы и хлопьев // Хлебопродукты. – 1999. – № 1. – С. 15
5. Мерко А. Влияние подготовки зерна на качество хлопьев /А. Мерко, Е. Мельников, Е. Сергеева, А.Ушакова// Хлебопродукты. – 2000. – № 8. – С. 17-18
6. Бабич М.Б. Технологические особенности производства зерновых хлопьев // Хранение и переработка зерна. – 2001. – №6. – С. 50-51
7. Бабич М.Б. Переработка зерна в зерновые хлопья и крупы, не требующие варки / М.Б. Бабич, В.З. Байрам-Гали, В.Н. Калиниченко// Хранение и переработка зерна. – 2001. – №9. – С. 38-40.
8. Соц С.М. Голозерный овес – перспективна сировина для круп'яної промисловості / С.М. Соц, Є.І. Шутенко, І.О. Кустов //Зернові продукти і комбікорми. – 2011. – №4. – С. 7-8.
9. Мельников Е.М. Влияние режимов гидротермической обработки на технологические свойства голозерного овса / Е.М. Мельников, Л.А. Касьянова, С.Н. Байтова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – №11. – С. 55-56
10. Соц С.М. Технологічні властивості вітчизняного зерна голозерного вівса / С.М. Соц, І.О. Кустов // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 4. – С. 47-48

УДК 664.788:633.3

ОСОБЛИВОСТІ ЛУЦЕННЯ НАСІННЯ НУТУ

**Шутенко Є.І., канд. техн. наук, доцент, Донець А.О., асистент, Москвіна Н.З., аспірант,
Литянська Г.С., студентка 5 курсу
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Наведені результати дослідження особливостей луцення насіння нуту при різних варіантах його підготовки до переробки в крупи.

The results of research of features of shelling of seed of chick-pea are resulted at the different variants of his preparation to processing in groats.

Ключові слова: нут, підготовка до переробки, лушення, ціле ядро, колене ядро.

На сьогодні актуальним завданням є розширення асортименту круп і круп'яних продуктів як з традиційних культур, так і за рахунок використання нових, однією з яких є нут. У багатьох країнах світу насіння нуту знаходиться широко використовується для приготування супів, других страв, макаронних, кондитерських, м'ясних емульгованих виробів, консервів, кави.

За різними оцінками насіння нуту містить в середньому 20-25 % білків, 4-5 % жиру, 45-53 % крохмалю, 3-8 % клітковини, 2,2-5,0 % золи [1, 2]. За вмістом таких важливих амінокислот, як триптофан, лізин, аргінін, гістидин, нут не поступається гороху і сочевиці. Додавання нутового борошна в кількості 5-15 % до пшеничного при випіканні хліба значно поліпшує його харчову цінність, смакові властивості та збільшує в ньому вміст незамінних амінокислот.

Слід зазначити, що нут має сприятливе для організму людини співвідношення кальцію і фосфору, а також посідає перше місце серед зернобобових культур за вмістом селену, який виконує в організмі каталітичну, структурну та регуляторну функції, бере участь в окисно-відновних процесах, обміні жирів, білків і вуглеводів. Оскільки нут та продукти його переробки містять незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, то вони можуть підвищувати харчову цінність продуктів харчування та використовувати їх у лікувально-профілактичному харчуванні.

В той самий час, незважаючи на широке використання нуту в світі, в літературі відсутня інформація щодо технологій виробництва круп та борошна з нуту. Тому на першому етапі досліджень з розробки технології переробки нуту в крупи і борошно вивчені особливості лушення насіння нуту. Для досліджень прийняли нут сорту Розанна, врожаю 2011 року, вологість якого становила 11,6 %, зольність – 3,21 %, натура – 799 г/л, маса 1000 зерен – 260 г, схід із сита з отворами Ø 7,0 мм – 75 % (насіння крупнозерне за прийнятою класифікацією).

Лушення проводили в луцильнику періодичної дії – голлендрі. Час обробки нуту в голлендрі становив: 2; 4; 6; 8; 10 хв. Сортували продукти лушення з використанням сит із круглими отворами Ø 7,0 мм, сит з довгастими отворами 4,5x20 мм і 2,2x20 мм, металотканого сита № 080 та повітряного сепаратора. В результаті сортування отримували такі фракції продуктів лушення: ціле ядро, подрібнене (колоне) ядро, лузгу, мучку.

Насіння нуту перед лушенням готували за трьома варіантами. Перший передбачав тільки очистку нуту від домішок. У другому варіанті нут окрім очистки підлягав воднотепловій обробці, яка передбачала його зволоження на 2,5 % з наступним відволожуванням протягом 30 хв і підсушуванням перед лушенням у лабораторній сушарці. Третій варіант передбачав очистку нуту, його пропарювання при надлишковому тиску 0,15 МПа протягом трьох хвилин і сушінні в лабораторній сушарці.

Результати дослідження впливу способів підготовки насіння нуту та тривалості лушення на ефективність процесу наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив умов підготовки насіння нуту та тривалості лушення на кількісні показники процесу

Фракції продуктів лушення	Умови підготовки	Тривалість лушення, хв				
		2	4	6	8	10
Ціле ядро, %	варіант № 1	78,7	70,9	64,4	58,2	29,2
	варіант № 2	76,7	67,8	60,3	50,0	47,9
	варіант № 3	89,1	84,0	73,3	68,6	65,8
Подрібнене (колоне) ядро, %	варіант № 1	10,4	9,4	11,0	12,0	34,0
	варіант № 2	12,4	12,7	13,8	17,4	14,2
	варіант № 3	2,9	3,0	6,0	4,1	3,4
Мучка, %	варіант № 1	8,4	16,8	20,2	26,0	32,9
	варіант № 2	8,5	16,3	22,4	29,0	34,3
	варіант № 3	7,0	10,7	18,5	24,8	28,0
Лузга, %	варіант № 1	2,5	2,9	4,4	3,8	3,9
	варіант № 2	2,4	3,2	3,5	3,6	3,6
	варіант № 3	1,0	2,3	2,3	2,5	2,8

Як видно з даних таблиці, при зростанні часу лушення зменшується вихід цілого ядра. Така тенденція зміни виходу цілого ядра характерна для всіх варіантів підготовки насіння до лушення, але величини та інтенсивність зниження виходу цієї фракції значно різняться в залежності від умов підготовки. Зве-

ртає на себе увагу набагато більше значення виходу цілого ядра при використанні пропарювання нуту з наступним його сушінням. Так, вихід цілого ядра при луценні сухого необробленого насіння нуту впродовж 2 хв становить 78,7 % (варіант підготовки № 1), а пропареного нуту відповідно – 89,1 % (варіант підготовки № 3). Тобто різниця виходу фракції становила близько 10 % і знаходилась на такому рівні і для інших значень тривалості луцення включно до 8 хв. При тривалості луцення сухого нуту до 10 хв спостерігається різке зниження виходу цілого ядра при одночасному різкому зростанні кількості подрібненого ядра. Це свідчить, що за такої інтенсивності луцення сухого нуту і вилучення з ядра певної кількості міцних поверхневих шарів зменшується межа його міцності, перевищення якої в процесі луцення провокує обвальне подрібнення ядра з переходом його в дрібніші фракції.

Аналіз інтенсивності зміни виходу коленого ядра в процесі луцення показує, що при всіх трьох варіантах підготовки приріст коленого ядра значно менший ніж зменшення виходу цілого ядра. Так, в інтервалі тривалості луцення 2-8 хв збільшення виходу коленого ядра не перевищує 5 % при одночасному зменшенні виходу цілого ядра на 20-25 %. При цьому спостерігається чітка залежність пропорційного збільшення виходу мучки величині зменшення виходу цілого ядра. Але наявність такого взаємозв'язку ще не дає достатніх підстав стверджувати про пряму трансформацію в процесі луцення ядра нуту в мучку. Навпаки, експериментальні дані дозволяють зробити висновок, що міцність утвореної в процесі луцення фракції коленого нуту значно менша в порівнянні з міцністю цілого ядра. Тому колений нут, який утворюється на початковій стадії процесу луцення висхідного насіння нуту, в подальшому більш інтенсивно трансформується в мучку, ніж цілі ядра. Про це свідчать невеликі значення приросту коленого нуту (до 1,5 %) за варіантами схем підготовки № 1 і № 2 та тривалості луцення від 2 до 6 хв. Одночасно приріст виходу мучки в зазначених інтервалах тривалості луцення становить 12-14 %. Для варіанта підготовки № 3 при тривалості луцення більше 6 хв спостерігається навіть зменшення кількості коленого ядра з 6,0 % до 3,4 %. Тобто для пропареного насіння нуту в інтервалі тривалості луцення 8-10 хв приріст коленого ядра значно менший ніж приріст мучки з отриманої фракції коленого ядра. Такий характер змін структурно-механічних властивостей цілого і коленого ядра в процесі підготовки нуту та його луцення призводить до значного зростання виходу мучки в інтервалі тривалості луцення 8-10 хв. Зазначені особливості більш інтенсивної трансформації нуту коленого в мучку в процесі луцення в порівнянні з нутом цілим підтверджені нами в дослідженнях ефективності луцення нуту з проміжним сортуванням продуктів луцення після кожної луцильної системи, що дозволило виключити інтенсивне подрібнення нуту коленого і збільшити його вихід при чотирьох хвилинах луцення до 15-17 %.

Слід зазначити, що при варіантах підготовки № 2 і № 3 в прийнятих інтервалах тривалості луцення не спостерігається перевищення межі міцності ядра зі значним його подрібненням, що пояснюється більш високою пластичністю ядра, набутою ним у процесі проведення воднотеплової обробки. Наведені дані також показують, що при режимах підготовки нуту за варіантом № 2 у межах тривалості луцення 2-8 хв спостерігається менший вихід цілого ядра в порівнянні з варіантами підготовки № 1 і № 3, але при цьому значення цього показника за інших однакових умов ближчі до тих, які отримані за варіантом підготовки № 1. Такі особливості зміни виходу цілого і подрібненого ядра в процесі луцення при підготовці нуту за варіантом № 2 свідчать про низьку ефективність аналізованого варіанта підготовки нуту перед луценням. Найбільш ефективним способом підготовки нуту є його пропарювання з наступним сушінням, що дозволяє підвищити міцність ядра, зменшити міцність поверхневих оболонок і за рахунок цього збільшити вихід цілого ядра та зменшити вихід подрібненого ядра.

Одночасно з кількісними показниками ефективності луцення проводили візуальну оцінку отриманого в результаті луцення цілого і подрібненого (коленого) ядра щодо наявності на ньому поверхневих оболонок. Така оцінка показала, що при тривалості луцення 6-8 хв на поверхні цілого і подрібненого ядра практично відсутні поверхневі оболонки.

Отже, проведені дослідження дають підстави зробити такі висновки:

— Кращі результати луцення насіння нуту для прийнятих варіантів підготовки отримані при тривалості обробки поверхні в межах 6-8 хв.

— Найбільш ефективним варіантом підготовки насіння нуту до луцення є його пропарювання при надлишковому тиску 0,15 МПа з наступним сушінням.

Література

1. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов [Текст]: справочник/ И.М. Скурихин, М.Н. Волгарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
2. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов [Текст] / Е.Д. Казаков, Г.В. Карпиленко. – СПб: ГИОРД, 2005. – 512 с.

ВИРОБНИЦТВО НОВИХ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ

Донець Л.Я., канд. техн. наук, доцент, Донець А.О., асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Представлено результати дослідів щодо розробки технології одержання гречаної муки та макаронних виробів, які не містять глютен. Одержання муки здійснюється з зерна гречки, що пройшло водно-теплову обробку або з проділу після виробництва крупи гречаної. Отриманий макаронний виріб не містить у своєму складі глютен та має гарні споживчі властивості і може використовуватися як для дієтичного харчування, так і для повсякденного вживання.

The results of experiments on the development of technology for buckwheat flour and pasta products that do not contain gluten. Obtaining flour made from buckwheat, which has passed water-cooked or parting after production of buckwheat groats. The resulting paste does not contain gluten and its composition has good consumer properties and can be used both for diet and for everyday use.

Ключові слова: гречана мука, глютен, макаронні вироби.

У цивілізованому світі поряд із звичайними продуктами, що містять глютен, вам завжди запропонують продукти, вільні від нього. Зрозуміло, вони будуть дорожчі оскільки їх виробництво пов'язане з рядом невирішених питань, а саме як зберегти споживчі та технологічні властивості продуктів без використання характерної сировини і глютенівмісних добавок. На сьогодні глютенівмісні продукти заборонені для вживання хворим на целиацію. Целиакія (глютеніна ентеропатія) – це спадкове захворювання, порушення травлення, викликане пошкодженням ворсинок тонкого кишечника деякими харчовими продуктами, що містять визначені білки – глютен (клейковина), і близькими до нього білками злаків (авенін, гордеїн), у таких злаках, як пшениця, жито, ячмінь і овес. Ця хвороба має змішаний аутоімунний, алергічний, спадковий генез, успадковується по аутосомно-домінантним типом [1].

Для виробництва безглютенових мучних виробів особливу цікавість викликає зерно гречки, оскільки відрізняється від інших зернових особливим складом білка, який не містить глютен (клейковину). Однак це не єдина її відмінність, білок гречки містить підвищену кількість лізину (до 8 %) і за біологічною цінністю вищий за білок інших зернових культур. Найважливіша властивість білків гречки – їх добра розчинність. Завдяки сильно розвинутому зародку, що розташований у середині ядра і повністю залишається в крупі, вона відрізняється великим вмістом вітамінів тіаміну, рибофлавіну та ніацину. У ядрі гречки велика кількість фосфору, заліза та кальцію [2].

Із зерна гречки виробляють гречану крупу і муку – як цінні продукти харчування. Гречана крупа характеризується високими харчовими, смаковими і дієтичними властивостями. До її складу входять органічні кислоти (лимонна, яблучна, щавлева), які сприяють кращій засвоюваності організмом поживних речовин.

У свою чергу гречана мука є цінним компонентом для виробництва різних продуктів, таких як дитяче харчування, хліб, кондитерські вироби та ін. Окрім цього, гречана мука є значним поліпшувачем якості хліба, підвищує його поживність, додає йому характерні специфічні запахи і смак, збільшує термін зберігання. Добрим компонентом гречана мука є і при виробництві печива, чіпсів тощо, особливо широке поширення такі продукти знайшли в азійських країнах (Китай, Японія, Корея тощо) [3].

Саме тому постає необхідність у розробленні технологій виробництва нових безглютенових продуктів дієтичного призначення для повсякденного вжитку за рахунок ефективного використання продуктів переробки зерна гречки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання дослідження:

- розробити технологію і режими систем помелу гречки;
- визначити хімічний склад гречаної муки;
- розробити макаронні вироби із гречаної муки;
- визначити споживчі властивості нових безглютенових макаронних виробів.

Для отримання гречаної муки можливе використання як сировини подрібнених ядер крупи при її луценні (проділ), так і з крупи гречаної ядриці, яка має високу рентабельність. Однак, якщо постає необхідність отримання максимального виходу муки гречаної, то можливе використання зерна, яке пройшло водно-теплову обробку, минаючи процеси калібрування і луцення із сортуванням проміжних продуктів.

У дослідженнях на етапі підготовки зерна гречки використовували метод діелектричного нагріву в НВЧ-полі як найбільш перспективний, оскільки мікрохвильові технології належать до ряду енергозберіжних [4, 5, 6].

Для розмелу гречаної сировини розроблено технологічну схему, яка включає послідовне здрібнювання продукту в драному та розмельному процесі, з проміжним вилученням мучної фракції. Режим роботи першої драної системи: прохід крізь сито № 1,2 – 38-40 %. Колова швидкість поверхні швидкохідного вальця 6 м/с, співвідношення колових швидкостей вальців – 2,5, вальці нарізні – 4,5-5 рифлів на см. кола вальця, з нахилом 6%, розташування спинка по спинці. На розмельній системі вальці мікрошорсткі. Колова швидкість поверхні швидкохідного вальця 5,4 м/с, співвідношення колових швидкостей вальців – 1,5 (рис.1).

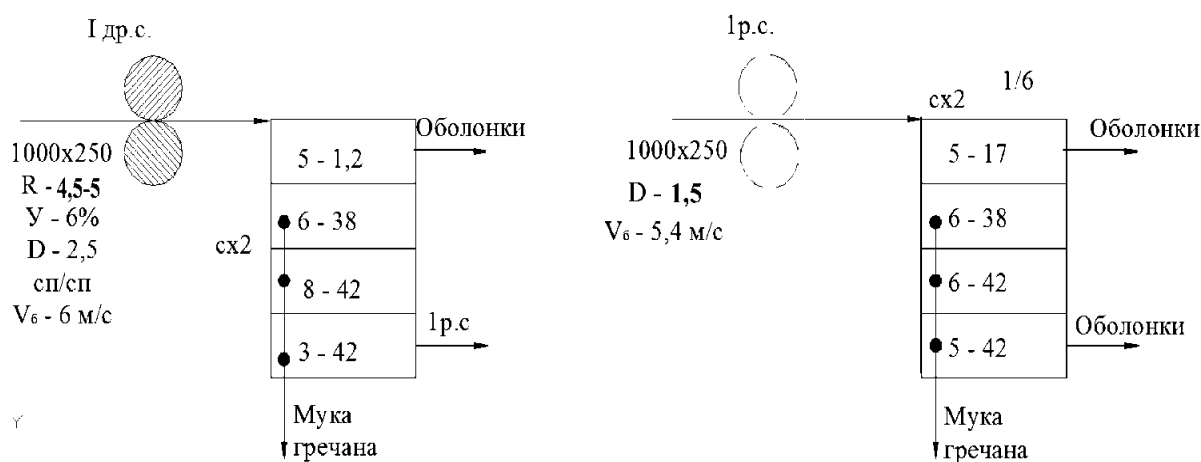


Рис. 1 – Структура помелу гречки

Загальне вилучення муки на першій драній системі при переробці проділу – 39 %, на першій розмельній системі – 55 % відносно навантаження на I др. с. систему. При переробці зерна гречки після ВТО загальне вилучення муки на першій драній системі – 25 %, на першій розмельній системі – 45 %. Такі режими в обох випадках забезпечуються за рахунок крихкості структури ядра гречаної крупи.

Дослідження хімічного складу гречаної муки показало, що вміст білка становить – 11,20 %, крохмалю – 63,40 %, клейстеризованого крохмалю – 6,90 %, ліпідів – 3,06 %, вітаміну В2 – 0,24 мг/100 г.

У виробництві макаронних виробів до муки ставлять специфічні вимоги: крупинчата структура, високий вміст клейковини, відсутність здатності до потемніння. Основну масу макаронних виробів готують з муки і води, а частину продукції – з добавками. Сучасною тенденцією покращення текстури макаронних виробів та продовження терміну зберігання є використання гідро колоїдів, таких як ксантан, гуарова камедь, різні види натуральних і модифікованих крохмалів тощо. Оскільки гречана мука не містить клейковини, то для отримання якісних виробів нами було використано один із замінників клейковини – гуарову камедь. Внаслідок цього не тільки знизилась крихкість, а й підвищились варильні властивості макаронних виробів.

Оцінка якості отриманих зразків (рис.2) показала, що за органолептичними показниками колір зразків темний, рівномірний, стан поверхні гладкий, матовий, структура міцна. Смак і запах – властиві макаронним виробам, без присмаку гіркоти, затхлості й інших сторонніх присмаків і запахів.

Результати оцінки фізико-хімічних показників обох зразків не суттєво відрізнялись від показників муки. Ріжки, вироблені з 95 % гречаної муки та 5 % введенням гуарової камеді, після варіння втратили форму, консистенція була в'язкою. Ріжки, вироблені з 90 % гречаної муки та 10 % введенням гуарової камеді не розварились, консистенція розсипчаста, колір зберігався характерний гречаному продукту і вода після варення була слабо забарвлена, залишився специфічний смак гречаної каші.

Висновки

1. Зерно гречки має цінний хімічний склад, при цьому не містить глютен (клейковину) і може бути використане для приготування дієтичних продуктів.

2. Визначено технологічні режими переробки зерна гречки в муку. Встановлено, що для отримання максимального виходу муки гречаної, можливе використання зерна, яке пройшло водно-теплову обробку без сортування проміжних продуктів.

3. Визначено оптимальні пропорції введення гуарової камеді. Зі збільшенням кількості цієї речовини в тісті міцність сухих виробів не зростає. При цьому збільшується пластичність тіста і сирих макаронних виробів. При вмісті у муці гуарової камеді нижче від 10 % із зменшенням пластичності тіста зменшується також його міцність.

4. Виробництво безглютенових макаронних виробів з гречаної муки є перспективним для дієтичного харчування та хворих на целіакію.

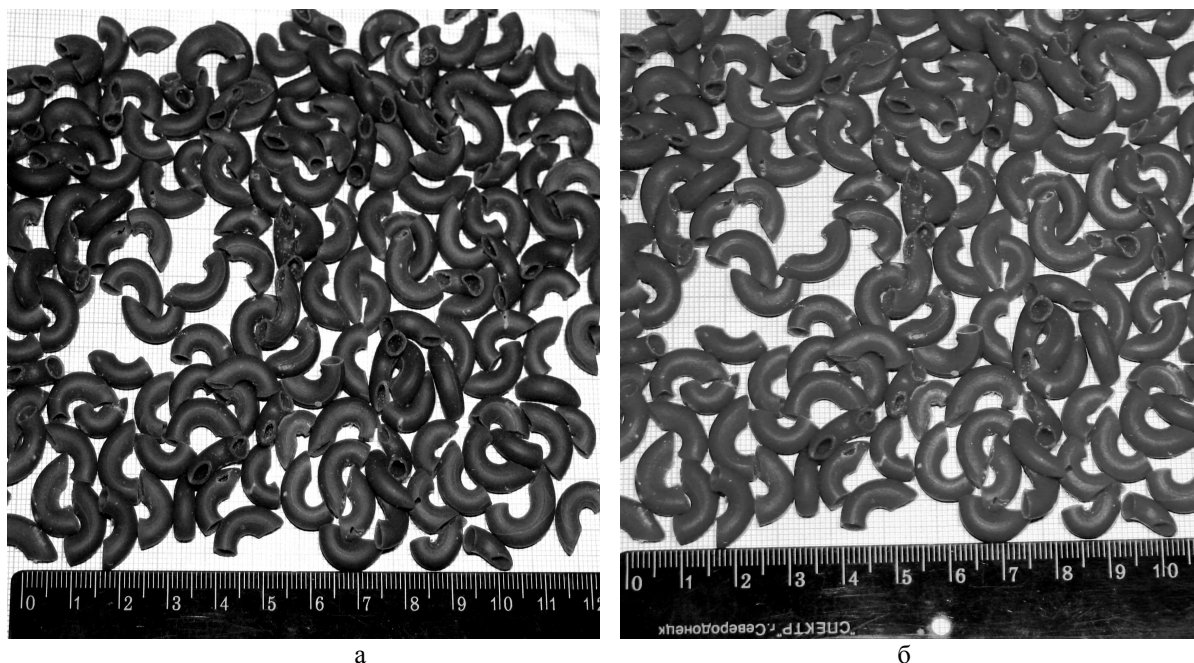


Рис. 2 – Макаронні вироби без використання пшеничної муки
(а – мука гречана 90 %, гуарова камедь 10 %; б – мука гречана 95 %, гуарова камедь 5 %)

Література

1. Барсукова Н.В., Красильников В.Н. Новые технологические подходы к созданию специализированных продуктов питания для безглютеновой диеты / Материалы V Российского Форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010», 12-13 ноября 2010 г. – СПб., 2010. – С. 7-8.
2. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
3. Book of abstracts the Second International Symposium on gluten-free cereal products and beverages, Tampere, Finland, June 8-11, 2010. – 204 p.
4. Тучный В.П. Микроволновые технологии в современной структуре технического прогресса. // Микроволновые технологии в народном хозяйстве / Ред. Калинин Л.Г. – Одесса: ОКФА, 1996. – С. 6-12.
5. Vamrett A., Myers P.C., Sadovsky N. L. Detection of breast cancer by microwave radiometer. Radio Sci. – 1977. – Vol 12, N68 – P. 167-171.
6. Губиев Ю. К., Красников В. В., Гаспарянц А. Г. Микроволновые процессы и техника в пищевой теплотехнологии / Перерабатывающая промышленность. – 1996. – № 1. – С. 39-44.

УДК 621.1.013

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЖИМІВ ЕКСТРАГУВАННЯ СОЛОДУ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ОТРИМАННІ НОВИХ ВИДІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Попова Н.В., канд. техн. наук, доцент, Мисюра Т.Г., канд. техн. наук, доцент, Бурлака Т.В.
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Наведені результати розрахунку процесу екстрагування солоду зернової сировини за допомогою системи MATHCAD. У результаті досліджено дифузійні властивості пшеничного та ячмінного солоду, що дає змогу отримати високоцінні екстракти з цієї сировини для консервної, косметичної та фармацевтичної галузей промисловості.

The results of the calculation process of extraction of malt grain raw materials by means of MATHCAD. As a result of study diffusion properties of wheat and barley malt, which provides valuable extracts from these raw materials for canning, cosmetics and pharmaceutical industries.

Ключові слова: віброекстрагування, цільовий компонент, масовіддача, солод зернової сировини.

Найгострішою проблемою сьогодення, є раціональне харчування, що забезпечує збереження здоров'я людини. Здорове харчування – невід'ємна частина здорового способу життя. Для збереження здоров'я важлива не кількість їжі, а її якість, адже для організму потрібні поживні речовини, що містяться в продуктах. Із продуктами харчування людина отримує речовини, необхідні для нормальної життєдіяльності, – білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, воду, вітаміни. Всі вони беруть участь у складних процесах обміну речовин, розпадаються та виводяться з організму. Окислюючись та згораючи, білки, жири, вуглеводи виділяють енергію, яка вимірюється калоріями (кілокалоріями). Без білків неможлива життєдіяльність організму і обмін речовин. Вони є складовою частиною всіх тканин організму і складаються з амінокислот. На жаль, при термічній обробці відбувається денатурація білків і кількість амінокислот значно зменшується. Це призводить до зниження біологічної цінності багатьох продуктів харчування, порушення обмінних процесів в організмі людини і, як наслідок, нераціонального живлення – погіршення стану здоров'я. Тому актуальним є створення продуктів підвищеної біологічної цінності, що містять у збалансованому стані необхідні харчові інгредієнти. Один із напрямів розв'язання цієї проблеми – освоєння альтернативних джерел білків. Одним з таких продуктів підвищеної біологічної цінності є солод злакових культур – пшениці, вівса, ячменю і кукурудзи. У пророслому зерні (солоді) міститься увесь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування, – білки, легкозасвоювані вуглеводи, клітковина з харчовими волокнами, мінеральні речовини, вітаміни. Крім того, в солоді злаків містяться фарбувальні і поліфенольні сполуки, а також рослинні ферменти і гормони. Тому продукти, виготовлені з солоду пшениці, вівса, кукурудзи, ячменю, можуть бути використані не лише для здорового харчування, але й як лікувальні, дієтичні. Білки, які входять до складу солодових зернових, відрізняються як кількісним складом так і співвідношенням амінокислот, що і визначає їхню біологічну дію на організм людини. Так, пшеничний солод, у порівнянні з солодом інших злаків (вівса, ячменю, кукурудзи), містить велику кількість білка, у тому числі незамінні амінокислоти (понад 30 % від загального змісту білка): лізин, метіонін, триптофан, гістидин, цистин, аргінін, які є регуляторами обмінних процесів в організмі.[1]

Одним із ефективних способів вилучення екстрактивних речовин із рослинної сировини є екстрагування. Процеси екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини, з точки зору механізму та кінетики процесу, є досить складними, оскільки включають як внутрішню, так і зовнішню дифузії. Внутрішня дифузія є найповільнішою (лімітуючою) стадією процесу, тому розрахунок процесів екстрагування пов'язаний із труднощами, які виникають під час визначення кінетичних констант. Беручи до уваги перспективу розробки безвідходної технології для вилучення амінокислот із пророслого зерна в промислових масштабах, важливим завданням є визначення оптимальних умов процесів екстрагування для одержання максимальної кількості вилучених цільових компонентів.

Проте основні способи екстрагування на сьогодні не можуть забезпечити ринок необхідною кількістю товарних екстрактів, тому останнім часом виникла потреба в розробленні нових способів інтенсифікації процесу екстрагування.

У зв'язку з необхідністю удосконалення та інтенсифікації процесу масоперенесення при екстрагуванні виникає питання про створення таких активних режимів взаємодії між рослинною сировиною та екстрагентом, які забезпечували б високу продуктивність та масообмін.

При виробництві екстрактів оновлення поверхні фазового контакту та збільшення відносних швидкостей на границі поділу фаз є основною задачею при інтенсифікації процесу вилучення цільових компонентів. Серед багатьох відомих методів інтенсифікації є застосування низькочастотних механічних коливань, які реалізуються у найбільш перспективних апаратах – віброекстракторах, що використовують новий принцип віброперемішування.

Аналіз традиційних способів екстрагування в системі тверде тіло – рідина вказав напрям вирішення цієї проблеми, суть якого полягає у створенні такого гідродинамічного режиму руху фаз, який забезпечить максимальне швидкозміне оновлення та активізацію міжфазової поверхні, а саме: створення режиму інтенсивної знакозмінної турбулізації потоку суміші. Оновлення та масообмінна активізація поверхні, що веде до різкого зростання рушійної сили та зменшення дифузійного опору процесу, забезпечується генеруванням турбулізуючих знакозмінних струменів суміші вібраційними перемішувальними та одночасно транспортувальними пристроями, розміщеними в робочому об'ємі екстрактора. Рослинну сировину як матеріал умовно можна поділити на дві складові: перша складова – сухі екстрактивні речовини, що утворюють поверхневий шар сировини. Ці екстрактивні речовини розчиняються у початковий період процесу екстрагування і, майже повністю, переходять до екстракту. Але ж при змочуванні частинок сировини відбувається і зворотне явище, тобто частина екстрактивних речовин разом із вологою переміщується у зворотний бік – у внутрішню другу зону, і, таким чином, відбувається перерозподіл екстрактивних речовин, у результаті чого спостерігається майже рівномірний розподіл екстрактивних речовин і в першій, і в другій зонах, які у першу чергу беруть участь у процесі екстрагування.

Дифузійні властивості рослинної сировини кількісно характеризує кінетичний коефіцієнт, який називається коефіцієнтом молекулярної дифузії екстрактивних речовин. Цей коефіцієнт є основною величиною для аналізу, розрахунку процесу екстрагування (визначення масообмінних характеристик апарату) і, відповідно, розробки екстракційного обладнання. Але ж у процесі екстрагування коефіцієнт молекулярної дифузії значно змінюється і характер його зміни у значній мірі залежить від режимних параметрів процесу. Тому необхідно визначити залежність коефіцієнта дифузії від основних параметрів процесу екстрагування рослинної сировини, тобто від температури екстрагенту, концентрації розчинних екстрактивних речовин у ньому, тривалості процесу тощо. Під час проведення процесу екстрагування змінюється концентрація сухих речовин у частинці матеріалу, а також біологічні, фізико-хімічні і механічні властивості матеріалу, які впливають на величину коефіцієнта молекулярної дифузії. Тому дослідження процесу екстрагування повинно здійснюватися із врахуванням цих явищ. Через відсутність довідкової інформації про коефіцієнт молекулярної дифузії досліджуваних видів сировини, він нами визначався.

Сутність цього методу розрахунку локальних значень коефіцієнта молекулярної дифузії полягає в тому, що увесь період процесу екстрагування і, відповідно, екстракційні криві, розбиваються на ділянки, кожна з яких, у свою чергу, поділяється на інтервали (у нашому випадку інтервал відповідає часу відбору кожної проби), причому величина прийнятих інтервалів дозволяє розглядати екстракційну криву, як відрізок прямої, а всі інші основні параметри процесу на цих інтервалах сталими. Ця методика дозволяє за даними, які характеризують зміну концентрації речовини в екстрагенті і в сировині, визначити коефіцієнт дифузії екстрактивних речовин із частинок сировини, а також знаходити ітераційним методом коефіцієнт молекулярної дифузії. [3]

За матеріальним балансом концентрації екстрактивної речовини в екстрагенті C'_i і сировині \bar{C}_i визначали середню надлишкову концентрацію. На початку процесу вона дорівнює

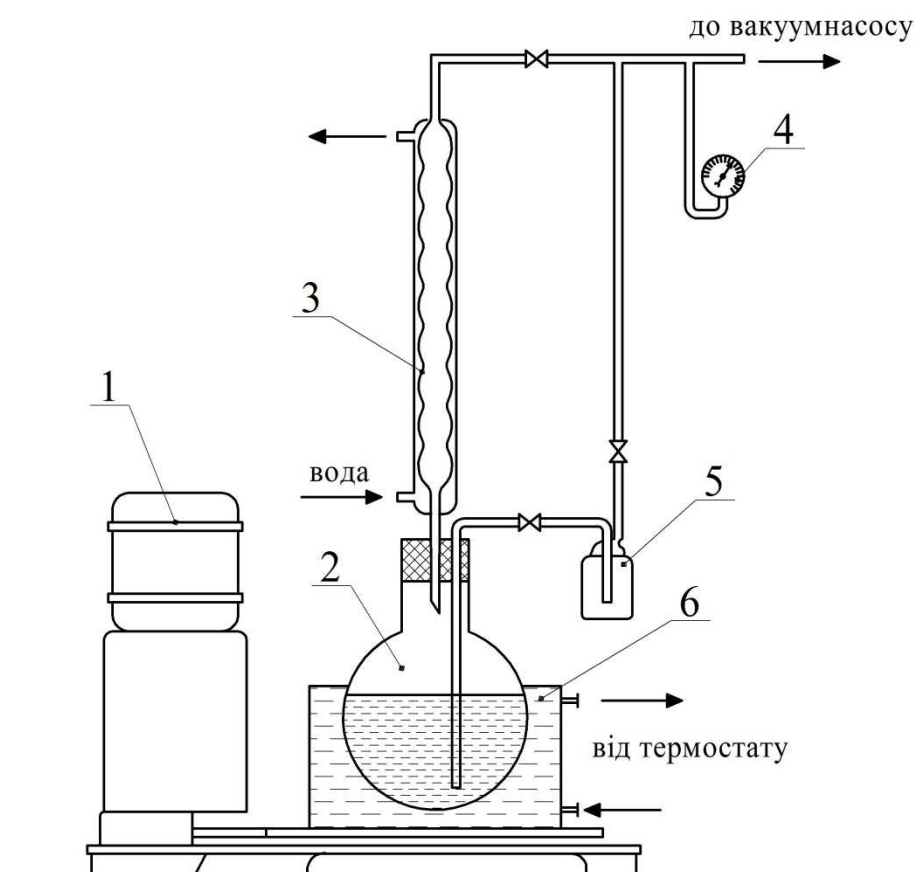
$$z_0 = \bar{C}_0 - C'_0,$$

де \bar{C}_0 – початкова концентрація екстрактивної речовини в сировині; C'_0 – початкова концентрація екстрактивної речовини в екстракті.

Середня надлишкова концентрація визначається через $Z_i = \frac{z_i}{z_{i-1}}$, або ітераційним способом. Для сировини кульки маємо: [2, 3, 4]

$$Z_i = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6\text{Bi}_a^2}{\mu^2 (\text{Bi}_a^2 - \text{Bi}_a + \mu^2)} \exp\left(\frac{-q+1}{q} \mu^2 \cdot \text{Fo}_a\right),$$

де Bi_a – дифузійний критерій Біо; μ – корінь характеристичного рівняння $\mu = \mu + (\text{Bi}_a - 1) \cdot \text{tg} \mu$ для кульки; q – гідромодуль; $\text{Fo}_a = \frac{D\tau}{R^2}$ – дифузійний критерій Фур'є; D – коефіцієнт молекулярної дифузії; τ – тривалість екстрагування; R – радіус кульки рослинної сировини.



1 – вібростенд; 2 – дифузійна камера; 3 – зворотній охолоджувач; 4 – вакуумметр; 5 – пробовідбірник; 6 – термостатична посудина

Рис. 1 – Схема експериментальної установки

Метод інтервально-ітераційного розрахунку значень коефіцієнта молекулярної дифузії базується на аналізі кінетики вилучення екстрактивних речовин з частинок екстрагованої сировини.

З приводу розв'язання цієї проблеми виконано аналіз літературних джерел що до процесу екстрагування цільових компонентів із рослинної зернової сировини. Проведено серії досліджень коефіцієнта молекулярної дифузії, за результатами яких виконано відповідні розрахунки та побудовано графіки та апроксимаційні залежності, що характеризують дифузійні властивості рослинної зернової сировини.

Дифузійні властивості пшеничного і ячмінного солоду досліджувались за стандарт-

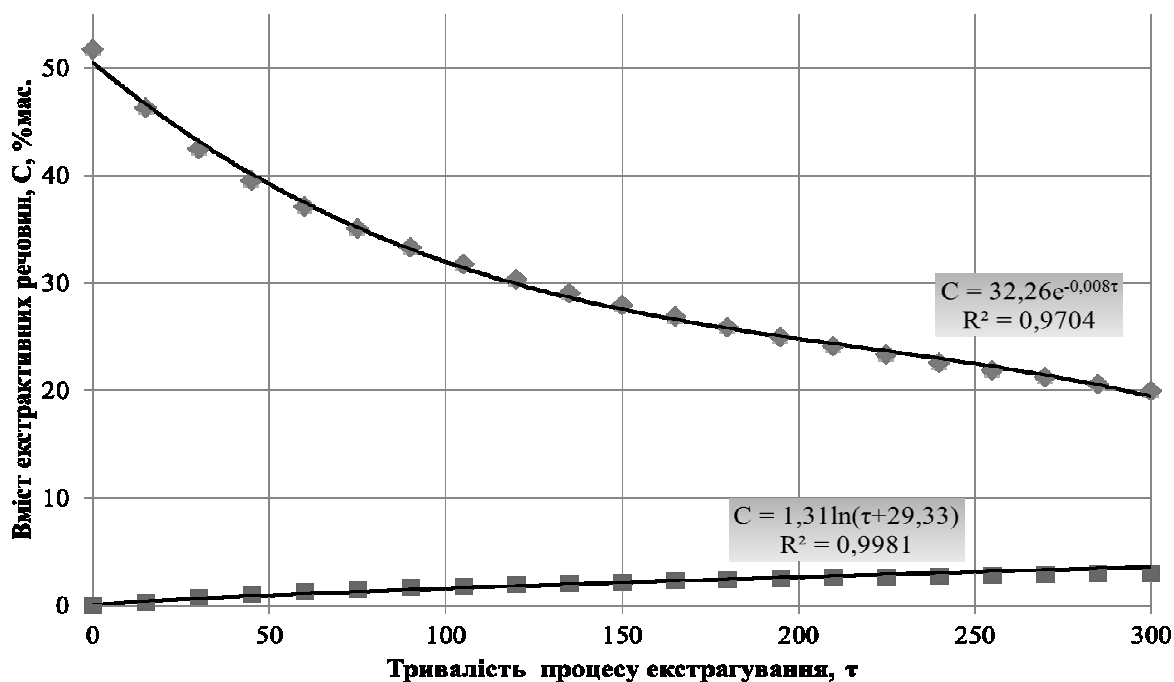


Рис. 2 – Екстракційні криві при екстрагуванні пшеничного солоду

ною методикою В.М. Лисянського в умовах кипіння екстрагента під розрідженням на лабораторній установці, що складається з дифузійної камери зі зворотнім охолодженням, зануреної у термостатичну посудину (рис.1).

Досліди проводилися при температурах 45, 60 °С і оптимальному співвідношенні рідкої та твердої фаз 10:1. Тривалість дослідів становила 15 – 300 хв. з відбором проб кожні 15 хв. Для розрахунку коефіцієнта дифузії форма сировини приймалась у вигляді кульки з еквівалентним радіусом 1 мм. Таким чином дифузія в сировині відбувалась тільки в напрямі оточуючого екстрагента при зведеному до мінімуму зовнішньому дифузійному опорі з використанням вібростенда, на якому встановлювалась екстракційна камера. У кожному досліді розраховувалось значення коефіцієнта дифузії при заданому часі. Концентрація водорозчинних сполук в екстракті визначалась рефрактометричним методом, а в проєкстрагованій масі за балансовими співвідношеннями.

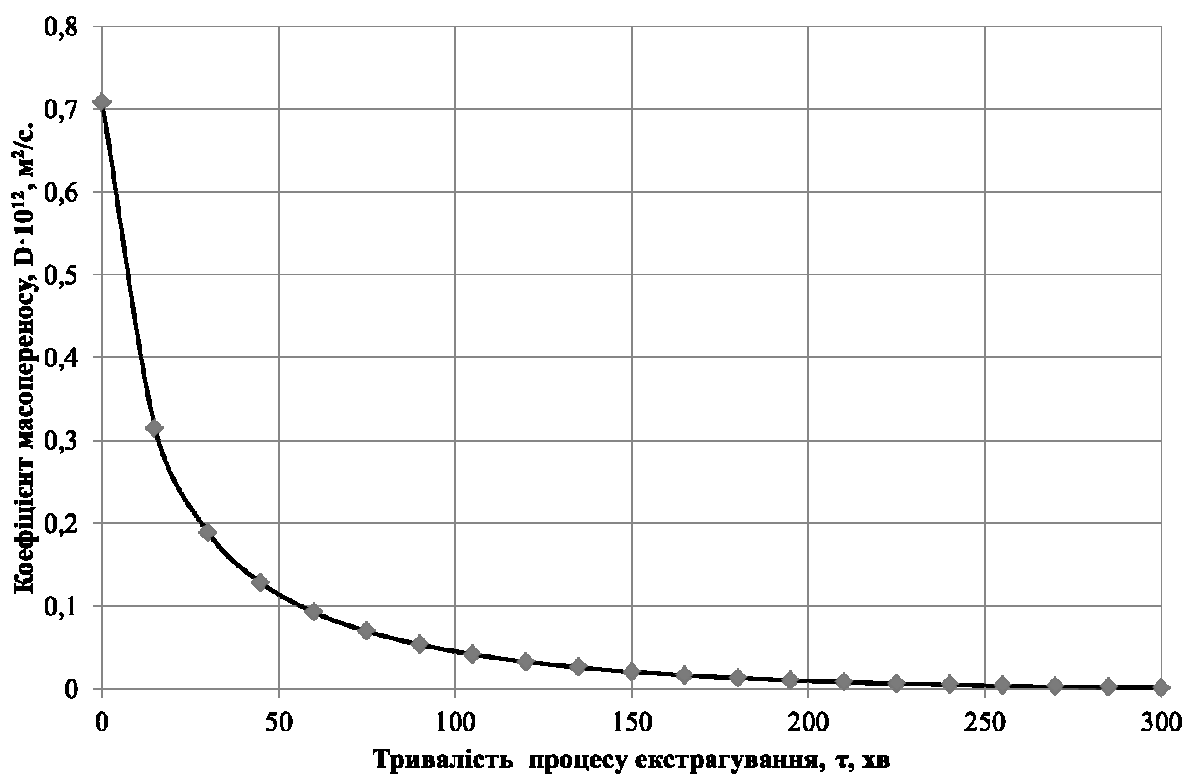


Рис.3 – Графік залежності коефіцієнта дифузії від тривалості екстрагування пшеничного солоду

Висновки

У результаті досліджено дифузійні властивості пшеничного та ячмінного солоду, що дає змогу отримати високоцінні екстракти з цієї сировини для консервної, косметичної та фармацевтичної галузей промисловості. Експериментально встановлено, що для оптимального забезпечення молекулярної дифузії необхідна температура 55...60 °С. Визначені коефіцієнти молекулярної дифузії можуть бути використані для розрахунку кінетичних характеристик процесу вилучення екстрактивних речовин із цієї сировини при проектуванні екстракційної апаратури. Проведені дослідження нададуть можливість отримати дані для попереднього розрахунку режимних та конструктивних параметрів процесу екстрагування, а також для розроблення нових видів продуктів із використанням екстрактів і концентратів солоду зернової сировини як високоцінної харчової добавки.

Література

1. Скурихина И. М. Химический состав пищевых продуктов 2. – М.: ВО «Агропромиздат», – 1987. – 224 с.
2. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 503 с.
3. Аскельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. – Л., «Химия». – 1974. – 256 с.
4. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. В.Н. Стабникова. – К.: Вища школа, – 1982. – 199 с.

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТІВ МЕХАНОАКТИВУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОДОСТУПНОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНА ВІВСА

Сімахіна Г.О., д-р техн. наук, проф., Миколів Т.І., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

З'ясовано, що при розробленні нових харчових продуктів із оптимальним вмістом певних біологічно активних речовин (БАР) великого значення набувають їхні властивості, особливо – ступінь засвоюваності живим організмом. Подрібнення зерна вівса у дезінтеграторі, що супроводжується ефектами механоактивування, дає можливість максимально вилучити БАР у вільній формі, підвищити їхню біодоступність і відповідно посилити оздоровчі ефекти.

The article represents the conception that, in procession of new foodstuff with high content of certain biologically active substances (BAS), their properties, particularly – the grade of absorption by live organism, have got the increased value. The dispersion of oat grain in the disintegrator, accompanied with mechanoactivation effects, would allow eliminating the free-form BAS maximally, raising their biological accessibility, and, correspondingly, enforce their healthy effects.

Ключові слова: диспергування, механоактивування, засвоюваність, зерно вівса, біологічна цінність, гранулометричний склад, ферменти.

Нове покоління харчових продуктів, яке створюється нині харчовою промисловістю, розглядається в якості профілактичних та оздоровчих. Тому великого значення набувають їхні фізіологічні властивості, особливо ступінь засвоюваності окремих біокомпонентів живим організмом, оскільки саме вона визначає вплив цих компонентів на організм людини.

Відомо, що у споживачів із порушенням функцій певних органів можуть суттєво змінюватися як швидкість проходження компонентів харчових продуктів через шлунково-кишковий тракт, так і їхні властивості. Імовірно, що під впливом ферментів, білків їжі, мембранних процесів та інших чинників харчові інгредієнти можуть набути нових якостей.

Аналіз праць вітчизняних та зарубіжних учених із питань фармакокінетики БАР свідчить про те, що для досягнення максимальної ефективності в організмі людини будь-якої біологічно активної речовини (натуральної чи синтетичної) бажаними є знання щодо особливостей її поведінки, перш за все:

- величини всмоктування різними органами шлунково-кишкового тракту;
- ступеня біодоступності;
- часу досягнення максимальної концентрації в крові, настання очікуваного фізіологічного ефекту та розподілу по тканинах органів;
- процесів біотрансформації з утворенням певних метаболітів [1].

Слід зазначити, однак, що навіть в інструкціях, які супроводжують медичні препарати найкращих світових транснаціональних компаній, усіх цих відомостей повною мірою на сьогодні немає.

Медико-біологічні дослідження харчових продуктів нового покоління характеризуються великими складностями. Відсутність живих тест-об'єктів, складність доступу до клінічних досліджень, брак коштів на придбання сучасного обладнання для проведення фізико-хімічних аналізів унеможливають об'єктивну оцінку впливу окремих інгредієнтів нових продуктів або їхніх композицій на функціональну діяльність певних органів чи систем організму людини.

Зі всіх зазначених фармакокінетичних властивостей харчових БАР на сьогодні можна цілком вірогідно прогнозувати лише величину біодоступності того чи іншого інгредієнта нового харчового продукту, ґрунтуючись на якісних та кількісних характеристиках раціону.

Так, для підвищення рівня біодоступності, а значить – і всмоктування, наприклад, вітамінів групи В, якими так багаті зернові матеріали, необхідною є наявність у раціоні достатньої кількості білкової їжі. Інакше в організмі не вистачатиме білкових носіїв, необхідних для всмоктування вітамінів групи В, і вони виводитимуться з організму транзитом, не приносячи йому будь-якої користі.

Відомо також, що вітаміни групи В не всмоктуються із шлунково-кишкового тракту при одночасному застосуванні антибіотиків (тетрацикліну, левоміцетину) та барбітуратів (корвалолу, корвалдину, валокордину). Тому при розробленні рекомендацій із використання нових харчових продуктів необхідно враховувати зазначені особливості біодоступності окремих груп БАР.

Таким чином, порушена у даній роботі **проблема є актуальною**, надзвичайно важливою з точки зору отримання нових харчових продуктів із підвищеною біодоступністю певних БАР, їх засвоюваністю живим організмом, а значить – більшою ефективністю для споживачів.

Така можливість ґрунтується на описаних у медичній літературі відомостях, де показник біодоступності лікарського препарату при його пасивній дифузії зі шлунка та тонкого відділу кишечника у кров повністю залежить від рівня дисоціації самого препарату. Констатується факт, що препарати з високим ступенем розчинності, які містять БАР у вільній формі, з меншою молекулярною масою, значно краще дифундують через подвійний ліпідний шар мембран клітин і добре всмоктуються організмом, тобто їхня доступність різко підвищується [2].

І навпаки, ліки, молекули яких мають велику масу, містять значну кількість органічних катіонів або аніонів, гірше абсорбуються, проникають пасивним шляхом у кров у незначній кількості і значно довше.

Ці дані і результати досліджень у харчових технологіях дають підстави технологу-конструктору нових оздоровчих продуктів підібрати і використати доступні ефективні методи підвищення біодоступності БАР отриманих композицій з максимальною користю для споживача [3].

Метою роботи є експериментальне підтвердження теоретичних уявлень впливу дезінтеграторного диспергування-активування рослинних матеріалів на досягнення високої дисперсності, перехід значної частини БАР у вільну форму і підвищення їхньої біодоступності ферментам. Предметом досліджень є зерно вівса.

Є відомості, що при застосуванні різних форм механічної дії, спрямованої на руйнування дисперсної структури, створюється можливість для керування її структурно-механічними властивостями [4, 5].

Деякі автори вважають, що з позиції фізико-хімічної механіки найефективнішою формою такої дії є вібрація. Ряд дослідників, порівнюючи вібрацію з іншими механічними впливами, теж зазначають її перспективність. Повідомляється також про формування порошкоподібних систем за допомогою звукових та ультразвукових коливань. Цікавими є відомості про ефективність низькочастотного віброущільнення дисперсних систем з використанням простих і дешевих електромагнітних і механічних низькочастотних пристроїв [6].

Незважаючи на широке використання вібраційних методів подрібнення в фармакологічній промисловості, в наших дослідженнях ми віддали перевагу диспергуванню харчових матеріалів на дезінтеграторах. Досягнуті в цьому разі ефекти дефектоутворення та активування сприяють підвищенню біодоступності компонентів харчових матеріалів і є результатом їхнього подрібнення ударним методом [7]. Разом з тим, вібраційна техніка характеризується ударно-розтиральним впливом на частки матеріалу, і це істотно знижує ефект активування.

Незважаючи на те, що подрібнення широко використовують у різних галузях промисловості, механохімія, яка вивчає зміни фізичних та хімічних властивостей сполук, що відбуваються при дії на них механічних сил у процесах подрібнення (пресування, ультразвукового подрібнення тощо), не знайшла належної уваги у фармакологічній та харчовій промисловостях при отриманні БАР як у лікарських формах, так і в вигляді біологічно активних добавок до їжі.

Тому досить важливо простежити, до яких наслідків приводять механічні впливи на БАР рослинної сировини. З наявних на сьогодні даних можна зробити висновок, що, з одного боку, подрібнення сировини дає можливість збільшити біодоступність БАР і, відповідно, підвищити їх лікувальний та оздоровчий ефекти, поліпшити технологію отримання лікарських препаратів та оздоровчих продуктів.

З іншого боку, механічні впливи можуть іноді призвести до небажаних впливів: руйнування структури БАР, розрив хімічних зв'язків і, як наслідок, зменшення реакційної здатності сполук, втрати ферментами активності в результаті інактивації. Тому в кожному конкретному випадку при подрібненні сільськогосподарської, лікарської сировини та продуктів на їхній основі необхідно з'ясувати ступінь позитивних впливів механоактивування на біокомпоненти готових продуктів.

Незважаючи на переконливі переваги використання дезінтеграторного обладнання для подрібнення різних матеріалів, слід враховувати ту обставину, що при механічному контактуванні двох пружних тіл при напругах, близьких до руйнівних, в зоні контакту можуть розвиватися високі температури, що, за літературними даними, сягають 400 °C і більше.

Цю обставину слід враховувати при виборі оптимальних параметрів подрібнення рослинних матеріалів, які мають низькі значення коефіцієнтів тепло- та температуропровідності, що неминуче призводить до місцевих локальних перегрівів. У результаті відбувається налипання часток матеріалів на ударні поверхні пальців роторів дезінтегратора. Водночас із диспергуванням проходить процес агломерації уже подрібнених часток; і найголовніше – підвищені температури призводять до втрат вітамінів, руйнування міжмолекулярних зв'язків тощо. Це істотним чином знижує харчову та біологічну цінність отриманих порошоків.

Тому перед диспергуванням доцільно попередньо підготувати сировину таким чином, щоб надати їй крихкої структури і зменшити завдяки цьому до мінімуму час перебування матеріалу в зоні дезінтеграції.

Цієї мети можна досягти двома шляхами. Відомо, що будь-які матеріали набувають високої крихкості в замороженому стані. Тому перший шлях полягає у заморожуванні рослинних продуктів і подальшому їх кріоподрібненні. Другий шлях передбачає заморожування сировини, сублімацію закристалізованої води і подрібнення в дезінтеграторах.

Для реалізації першого шляху необхідно мати досить складний у виконанні кріоподрібнювач. До такого обладнання висувається ряд вимог, оскільки специфіка кріоподрібнення вимагає мінімізації втрат зріджених газів на охолодження самого обладнання і в навколишнє середовище. Тому корпус помольної камери повинен мати відповідну теплоізоляцію.

Добре відомо, що безперервний спосіб організації будь-якого процесу енергетично завжди має переваги перед періодичним. При подрібненні це пов'язано з безперервним надходженням і виведенням продуктів із помольного простору. Подрібнений продукт завжди містить частки, які не досягли потрібного кінцевого розміру. Тому постає завдання повернення таких часток у зону подрібнення. І врешті-решт кріоподрібнювальна установка обростає транспортними комунікаціями та транспортувальними пристроями. Все це неминує викликає додаткові витрати холодильного агента і технологічно досить складно виконується.

Зважаючи на сказане, у своїх дослідженнях ми віддали перевагу другому шляху, тобто заморожували рослинні матеріали, в даному випадку пророщений овес – рідким азотом, проводили сублімацію за розробленим раніше технологічним способом і подрібнювали сублімовані продукти у дезінтеграторі. Тривалість подрібнення не перевищувала 50...60 с, що дало змогу зберегти у диспергованих продуктах весь комплекс біологічно активних речовин сировини.

Таких мінімальних витрат часу на подрібнення вдалось досягти завдяки використанню результатів дослідження Г. Ходакова, який на прикладі диспергування кварцу виявив дуже важливий із практичної точки зору ефект, а саме: питома поверхня подрібнених матеріалів різко зростає в присутності добавок невеликої кількості води. Більше того, тривалість процесу подрібнення зменшується при цьому у 3...4 рази.

У таблиці 1 наведено результати тривалості процесу подрібнення сублімованого (після пророщування) зерна вівса залежно від його залишкової вологості та інших параметрів заморожування. Дисперсність отриманого порошку в кожному випадку складає (98±2,05) мкм.

Таблиця 1 – Вплив залишкової вологості сублімованого зерна вівса на тривалість диспергування

Залишкова вологість, %	Закристалізована вода (% до загальної маси води)	Температура початку плавлення води, °С	Тривалість диспергування, хв
13,2	69,9	-20,0	4,4
9,4	68,4	-20,0	2,2
8,5	62,8	-18,0	2,1
6,9	64,8	-18,2	5,1
5,4	38,6	-18,8	6,0
4,1	26,9	-19,0	6,0

Отже, при сублімуванні заморожених зразків пророщеного зерна достатньо процес сушіння проводити до залишкової вологості в межах 8...9,5 %. Ця вода справляє, очевидно, розклинювальний вплив на частки сублімованих матеріалів, сприяючи швидшому їх диспергуванню. Однак при збільшенні вмісту залишкової води понад 13 % тривалість диспергування зростає, хоча і не такою мірою, як при зменшенні залишкової вологості нижче 5 %.

Очевидно, виявлений ефект позитивної дії певної концентрації залишкової води в сублімованих матеріалах (у даному випадку 8...9,5 %) при їх механоактивуванні має ту ж природу, що і встановлений Г. Ходаковим при диспергуванні кварцу.

Відомо, що отримана величина дисперсності матеріалів має раціонально узгоджуватись із витратами енергії на цей процес. Тому було проведено дослідження із з'ясування залежності дисперсності часток зерна вівса від енерговитрат, результати яких наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Залежність гранулометричного складу порошку пророщеного вівса від параметрів подрібнення

Швидкість обертання роторів дезінтегратора, с ⁻¹	Енергоємність, кДж/кг	Вміст часток, % при діаметрі сит, мкм		
		250...150	150...100	Менше 100
50	22	15,6	7,4	77,0
100	38	4,2	9,6	86,0
150	46	3,6	7,4	89,0
200	70	1,8	6,5	91,7
250	88	1,6	6,0	92,4
300	98	1,4	6,0	92,6

За даними таблиці, збільшення швидкості обертання роторів понад 200 с⁻¹ лише незначно впливає на вміст фракції менше 100 мкм (від 89 до 91,7 %), зате енергоємність зростає з 46 до 70 кДж/кг, що в сучасних умовах енергетичної кризи в країні є досить вагомим аргументом на користь вибору таких параметрів подрібнення, які б забезпечували дисперсність матеріалу, достатню для його високої засвоюваності живим організмом при порівняно невисоких енерговитратах.

Таким чином, подрібнення та механоактивування пророщеного і сублімованого зерна доцільно вести при швидкості обертання роторів дезінтегратора 100...150 с⁻¹, енерговитрати при цьому складають 38...46 кДж/кг. Тривалість процесу не перевищує 2,5 хв.

За таких умов з основними біокомпонентами пророщеного зерна вівса відбувається ряд позитивних змін, що забезпечують у подальшому при споживанні харчових продуктів або біологічно активних добавок на його основі підвищену засвоюваність організмом людини, а значить – і реальну можливість часткової або повної ліквідації дефіциту певних біологічно активних речовин.

У таблиці 3 наведено результати впливу механоактивування сублімованого пророщеного зерна вівса на ефект вилучення основних біокомпонентів.

Таблиця 3 – Кількісні зміни основних біокомпонентів пророщеного сублімованого зерна вівса при механоактивуванні в дезінтеграторі

Показники	Вихідний продукт, %	Дезінтегрований продукт, %
Вітамін Е	100	118
Клітковина	100	72
Пектин нерозчинний	100	96
Пектин розчинний	100	230
Сума цукрів	100	210
Моноцукри	100	230
Амінний азот	100	128

Таким чином, механохімічне активування сублімованого зерна вівса в дезінтеграторі сприяє перш за все підвищенню вмісту в готовому продукті вітамінів. Реєстроване збільшення вітаміну Е у порошках зерна вівса свідчить про те, що в результаті руйнування на надмолекулярному рівні тканин зерна відбувається деградація і розрив зв'язків між вітаміном Е та іншими біокомпонентами зерна – крохмалем, білками, ферментами, полісахаридами тощо. Наявні методики визначення вітаміну Е дають можливість встановити лише ту його частку, яка перебуває у вільній формі. При тонкому подрібненні ми маємо можливість отримати більшу кількість вітаміну у вільній формі, оскільки в найбільш лабільних ланках біокомплексів при виникненні критичних напруг зв'язки руйнуються з вивільненням певної частки вітаміну Е.

Згідно з даними таблиці 3, збільшується як загальна сума цукрів, так і моноцукрів. Очевидно, при тонкому диспергуванні від молекул полісахаридів відщеплюються низькомолекулярні компоненти (фруктоза, глюкоза). Зазначені зміни не лише сприяють підвищенню біологічної цінності пророщеного зерна, а й забезпечують зростання біодоступності його компонентів. Результати ферментативного гідролізу білків зерна вівса пепсином, трипсином та химотрипсином наведено в таблиці 4.

Результати таблиці 4 свідчать про те, що під дією ферментів найбільшою мірою розпадаються до амінокислот білки пророщеного сублімованого механоактивованого зерна вівса (наприклад, збільшення оптичної густини зростає з 0,164 для свіжого зерна до 0,306 – для пророщеного диспергованого).

Таблиця 4 – Біодоступність білків диспергованого зерна вівса дії ферментів

Дослідні зразки	Оптична густина гідролізатів, D, одиниці опт. густини			
	1 год	2 год	3 год	4 год
Пепсин				
Зерно до пророщування	0,164	0,236	0,314	0,353
Пророщене сублімоване зерно	0,237	0,315	0,396	0,448
Дисперговане зерно	0,306	0,374	0,458	0,495
Трипсин				
Зерно до пророщування	0,276	0,324	0,426	0,476
Пророщене сублімоване зерно	0,394	0,425	0,588	0,630
Дисперговане зерно	0,417	0,500	0,635	0,748
Химотрипсин				
Зерно до пророщування	0,417	0,518	0,566	0,600
Пророщене сублімоване зерно	0,550	0,676	0,720	0,795
Дисперговане зерно	0,590	0,680	0,747	0,830

Таким чином, усі позитивні зміни, що відбуваються у зерні під час його пророщування, заморожування, сублімації та механоактивування сприяють переходу значної кількості білка з важкорозчинного у легкорозчинний стан, і свідчать про складні конформаційні та деструктивні перетворення біополімерів рослинної сировини в ході цих процесів.

Дані таблиці дають можливість також зробити висновок, що білки вівса, як і криопорошків моркви, найкраще перетравлюються пепсином, а трипсином та химотрипсином – меншою мірою.

Література

1. Логунова И.В. Экспериментальное исследование биодоступности комбинированного препарата Диксоксид [Электронный ресурс] / Логунова И.В., Богомолова Н.С., Чистяков В.В. // Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2012. – №5. – Режим доступа. <http://www.pharmacokinetics.ru/part.php?pid=29>
2. Каркищенко Н.Н. Основы биомоделирования [Текст] : монография / Н.Н. Каркищенко. – М. : ВПК, 2004. – 608 с.
3. Сімахіна Г.О. Теоретичні та практичні аспекти механохімії і механоактивування в процесах подрібнення / Г.О. Сімахіна // Харчова промисловість. – 2011. – №10-11. – С. 24-31.
4. Бутягин П.Ю. Кинетика и природа механохимических реакций / Павел Бутягин // Успехи химии. – 1981. – Т. 11, вып. 11. – С. 1929-1956.
5. Сегалова Н.Е. Кинетическая теория прочности твердых тел / Н.Е. Сегалова, А.М. Дубинская, А.А. Иванова // Химико-фарм. журнал. – 1991. – №7. – С. 96-104.
6. Колесников Ю.В. Механика контактного разрушения [Текст] / Ю.В. Колесников, Е.М. Морозов. – М. : Наука, 1989. – 224 с.
7. Хинт И. УДА-технология : проблемы и перспективы / И. Хинт. – Таллинн : Валгус, 1991. – 35 с.

УДК 631.84: 633.1

ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Сухомуд О.Г., канд. с.-г. наук, доцент, Любич В.В., канд. с.-г. наук
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Наведено дані досліджень впливу різних норм азотних добрив і погодних умов на формування вмісту білка і клейковини в зерні тритикале ярого, індекс деформації клейковини та розтяжність.

Research data of the effect of the rates of fertilizers and weather conditions on the formation of protein and gluten in the grain of spring triticale, index of gluten deformation and extensibility are presented.

Ключові слова: тритикале яре, білок, клейковина, індекс деформації клейковини.

Важливим резервом підвищення виробництва зерна є впровадження у виробництво більш врожайних сортів та гібридів зернових культур. Останніми роками увагу багатьох учених привертає тритикале яре,

яке поєднує високу зернову продуктивність пшениці та посухостійкість і біологічну поживність зерна жита [1].

Зерно тритикале ярого характеризується високими кормовими властивостями. Дослідженнями встановлено, що заміна до 40 % зерна інших зернових культур у комбікормах на зерно тритикале підвищує середньодобові прирости свиней на 30 % [2].

Якість зерна тритикале значно залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня родючості ґрунту та внесених добрив. Вона залежить від окремих елементів погоди або їх сукупності в певні періоди росту і розвитку рослин – опадів, температури, відносної вологості повітря, тривалості сонячного освітлення. Відомо, що з метеорологічних факторів найбільший вплив на формування якості зерна здійснює температура і відносна вологість повітря в період початку молочного стану зерна – кінця воскової стиглості [4]. Створення оптимальних умов живлення сільськогосподарських культур сприяє як підвищенню їх врожайності, так і поліпшенню якості основної продукції. Важлива роль належить ефективному використанню добрив, які сприяють усуненню розриву між наявним вмістом рухомих сполук елементів живлення у ґрунті та потрібної їх кількості для отримання високого врожаю. При цьому важливе значення мають види і форми добрив, норми їх внесення і співвідношення окремих елементів живлення, а також агрохімічні показники ґрунтів, фізіологічні особливості культур, ґрунтово-кліматичні умови тощо [3]. Тому вивчення ефективності внесення азотних добрив під тритикале яре є актуальним.

Мета дослідження. Метою дослідження було встановити вміст білка і клейковини в зерні сортів тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення та органолептичні показники якості клейковини.

Методика дослідження. Дослідження проводилися на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому дослідного поля Уманського НУС упродовж 2009–2011 рр. Дослід закладали за схемою, наведеного в таблицях. Фосфорні та калійні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту, а азотні – весною під передпосівну культивуацію. У досліді після ячменю ярого вирощували сорт Колективна 3 за агротехнікою прийнятою у Правобережному Лісостепу.

Загальна площа ділянки становила 72 м², облікова – 40 м², повторність досліду триразова, розміщення ділянок послідовне.

Для оцінки якості зерна тритикале ярого визначали вміст білка – за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини та її якість – за ГОСТ 13586.1–68, органолептичні показники якості клейковини визначали згідно з методикою, описаною В.І. Дробот.

Математичну обробку експериментальних матеріалів здійснювали методом дисперсійного аналізу однофакторного польового дослід, використовуючи пакет стандартних програм “Microsoft Excel 2003”.

У середньому за три роки досліджень у зерні тритикале ярого сорту Хлібодар харківський у варіанті без добрив вміст білка був 14 %, у варіантах фон + N₃₀₋₁₂₀ – (14,1–15) % (табл. 1). Проте його вміст значно коливався впродовж років досліджень. У 2009 р. вміст його був (13,8–15,6) % за внесення азоту нормою 30–120 кг/га д.р., у 2010 – відповідно (13,8–14) % і в 2011 р. – (14,4–15,5) %.

Вміст білка в зерні сорту Соловей харківський від внесення азотних добрив був вищий, ніж у сорту Хлібодар харківський. У середньому за три роки досліджень у варіанті із застосуванням лише фосфорних і калійних добрив він становив 14,1 %, а у варіантах із внесенням N₃₀₋₁₂₀ лише (14,3–15,4) %. Тенденція вмісту білка за роки досліджень була подібною до сорту тритикале ярого Хлібодар харківський. Істотно більший вміст білка в зерні обох сортів формувалася за внесення 90 – 120 кг/га д.р. азотних добрив.

Таблиця 1 – Вміст білка в зерні тритикале ярого за різних норм азотних добрив, %

Варіант досліду	Сорт							
	Хлібодар харківський				Соловей харківський			
	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	13,8	13,8	14,4	14,0	13,9	13,9	14,5	14,1
P ₆₀ K ₆₀ – фон	13,4	13,7	14,4	13,8	13,9	13,8	14,5	14,1
Фон + N ₃₀	13,8	13,8	14,6	14,1	14,0	13,9	14,9	14,3
Фон + N ₆₀	14,2	13,8	14,6	14,2	14,4	14,0	14,9	14,4
Фон + N ₉₀	15,0	14,0	15,0	14,7	15,1	14,3	15,3	14,9
Фон + N ₁₂₀	15,6	14,0	15,5	15,0	15,8	14,6	15,8	15,4
HIP ₀₅	0,7	0,6	0,6		0,8	0,6	0,7	

У середньому за три роки досліджень в зерні тритикале ярого сорту Хлібодар харківський у варіанті без добрив вміст клейковини був 18,2 %, у варіантах фон + N₃₀₋₁₂₀ – (19,5–22,1) % (табл. 2). Проте її вміст значно коливався впродовж років досліджень. У 2009 р. вміст її був (21,6–25,6) % за внесення азотних добрив нормою 30–120 кг/га д.р., у 2010 – відповідно (14,8–17,5) % і в 2011 р. – (18,2 – 22,1) %.

Таблиця 2 – Вміст клейковини в зерні тритикале ярого за різних норм азотних добрив, %

Варіант досліджу	Сорт							
	Хлібодар харківський				Соловей харківський			
	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	21,6	14,8	18,2	18,2	18,6	12,8	17,2	16,2
P ₆₀ K ₆₀ – фон	21,2	14,8	18,6	18,2	18,2	12,8	17,4	16,1
Фон + N ₃₀	21,6	15,1	19,5	18,7	18,6	13,1	18,2	16,6
Фон + N ₆₀	22,0	15,7	19,9	19,2	19,0	13,7	18,9	17,2
Фон + N ₉₀	22,8	16,4	21,0	20,1	19,8	14,4	19,7	18,0
Фон + N ₁₂₀	25,6	17,5	22,1	21,7	22,6	15,5	21,3	19,8
HP ₀₅	1,2	1,0	1,0		1,1	0,9	1,0	

Вміст клейковини в зерні сорту Соловей харківський від внесення азотних добрив був нижчий, ніж у сорту Хлібодар харківський. Так, у середньому за три роки досліджень у варіанті із внесенням лише фосфорних і калійних добрив він становив 16,1 %, а у варіантах із внесенням N₃₀₋₁₂₀ лише 16,6–19,8 %.

За розтяжністю клейковина тритикале ярого сорту Хлібодар харківський відноситься до середньої. Так, у середньому за три роки досліджень довжина її коливалась в межах 19–22 см (табл. 3). Слід зазначити, що розтяжність клейковини впродовж років досліджень мала аналогічну тенденцію.

Таблиця 3 – Розтяжність клейковини тритикале ярого за різних норм азотних добрив, см

Варіант досліджу	Сорт							
	Хлібодар харківський				Соловей харківський			
	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	20,0	21	21	20,7	26,1	27,0	26,0	26,4
P ₆₀ K ₆₀ – фон	19,0	19	19	19,0	26,1	26,5	26,0	26,2
Фон + N ₃₀	20,0	19	19	19,3	26,4	26,5	26,5	26,5
Фон + N ₆₀	21,5	21	21	21,2	26,5	27,0	26,0	26,5
Фон + N ₉₀	21,0	22	22	21,7	26,8	27,0	26,0	26,6
Фон + N ₁₂₀	20,0	23	23	22,0	26,0	26,8	26,4	26,4

Клейковина сорту Соловей харківський була довшою порівняно з іншим сортом і коливалась у межах 26,2–26,6 см. Цей показник також мав подібну тенденцію за роки проведення досліджень.

Хлібопекарські властивості зерна визначаються пружними характеристиками клейковини. Так, індекс деформації клейковини тритикале ярого в середньому за три роки досліджень у варіанті без добрив становив 68 од. (табл. 4).

Проте динаміки зниження або збільшення цього показника залежно від норм азотних добрив не встановлено. За якістю як у середньому, так і за роки досліджень клейковина належала до групи «нормальна», що свідчить про високі хлібопекарські властивості зерна цього сорту. У 2009 р. індекс деформації клейковини був меншим і коливався в межах 70–75 од., а в 2010 і 2011 рр. – 60–72 од. Якість клейковини сорту Хлібодар харківський відповідала першій групі якості.

У сорту Соловей харківський індекс деформації клейковини відповідав другій групі якості. Так, у середньому за два роки досліджень цей показник не змінювався залежно від норм азотних добрив і становив 93 од., що відповідає другій групі якості – «задовільно міцна», що свідчить про кращі хлібопекарські властивості сорту Хлібодар харківський порівняно із сортом Соловей харківський.

Таблиця 4 – Індекс деформації клейковини тритикале ярого за різних норм азотних добрив, од.

Варіант дослідження	Сорт							
	Хлібодар харківський				Соловей харківський			
	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки	2009 р.	2010 р.	2011 р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	75	70	60	68	95	90	93	93
P ₆₀ K ₆₀ – фон	75	72	62	70	95	90	93	93
Фон + N ₃₀	75	70	60	68	95	90	93	93
Фон + N ₆₀	73	70	60	68	95	90	93	93
Фон + N ₉₀	73	70	62	68	95	95	90	93
Фон + N ₁₂₀	70	68	60	66	95	95	90	93

Висновки. Вміст білка та клейковини в зерні тритикале ярого змінюється залежно від норм азотних добрив і особливостей сорту. Внесення азотних добрив сприяє збільшенню вмісту білка в зерні з 14% до 15% у сорту Хлібодар харківський, а в сорту Соловей харківський – з 14,1% до 15,4%. Сорт Хлібодар харківський характ еризується більшим вмістом клейковини, який становить 18,2–21,7% залежно від удобрення, а в сорту Соловей харківський відповідно 16,2 – 19,8%. Якість клейковини визначається генетичними особливостями сорту тритикале ярого. Так, високі показники якості клейковини має сорт Хлібодар харківський, а в сорту Соловей харківський вони нижчі.

Література

1. Хлюпкин В.М. Зимостойкость и урожай тритикале / В.В. Хлюпкин // Зерновые культуры. – 1988. – № 2 – С. 38–39.
2. Кочурко В.И. Роль тритикале и ее смесей в укреплении кормовой базы / В.И. Кочурко // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 9–10.
3. Середя Н.А. Изменение фонда обменного калия в черноземах Южного Урала при их длительном сельскохозяйственном использовании / Н.А. Середя, С.А. Лукьянов, Ф.М. Богданов, К.З. Хамулин // Агрохимия. – 2000. – № 1. – С. 13–22.
4. Білітюк А.П. Вирощування інтенсивних агроцензів тритикале озимого в умовах західного Полісся України / А.П. Білітюк, Н.Ф.Шустер // Зб. наук. праць Волинського інституту АПВ. – Луцьк, 2006. – С. 72–87.

УДК 636.085.55:[636.084.1:636.5]

НОВІ ПІДХОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Ворона Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті обґрунтовано доцільність удосконалення технології виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці шляхом виробництва передсуміші мікрокомпонентів та екструдованої кормової добавки

In the article expediency of improvement of the technology of production of the mixed feeds for chickens is proved by the production of preliminary mixture of microcomponents and extruded feed additive

Ключові слова: стартові комбікорми, технологія виробництва четвертого покоління, рівномірність розподілення мікрокомпонентів, екструдована кормова добавка.

Технічна політика реконструкції тих, що діють, і будівництва нових комбікормових заводів спирається на принципи забезпечення та контролю якості готової продукції, харчової та екологічної безпеки,

ресурсо- та енергозбереження, що є основоположними та прибуткоформуючими початками сучасного агробізнесу [1]. Зростання витрат на вдосконалення кормової бази та програм розрахунку рецептів комбікормів, підвищення їх кормової цінності і продуктивної дії обернено пропорційній вартості комбікормів, що на первинному етапі їх використання виступає стримувальним чинником. Крім того, із зоотехнічної точки зору важливо не лише розробити вискоефективний рецепт комбікорму, підібрати високоякісну кормову сировину для його виробництва, забезпечити відповідну його підготовку, високоточно здозувати підготовлені компоненти, але й забезпечити їх рівномірне розподілення у всіх мікрооб'ємах суміші так, щоб у кожній порції комбікорму, який споживається, було забезпечено співвідношення компонентів, передбачене розрахованим рецептом [2].

Технологічний процес очищення, дозування, подрібнення, просіювання та наступного дозування зернових компонентів за останні десятиліття був удосконалений на основі порційної переробки компонентів, що вимагають подрібнення. Застосування термостабільних форм вітамінних та ферментних препаратів у мікрокапсульованому вигляді, а також впровадження технології напилювання рідких препаратів біологічно активних речовин на поверхню гранул або комбікормової крупки дозволили процеси теплової обробки окремих видів сировини замінити на кондиціонування комбікорму перед гранулюванням, що у свою чергу дозволяє застосовувати для гранулювання комбікормів матриці з отворами діаметром 1,8...3,2 мм та уникнути необхідності подальшого подрібнення більших гранул і просіювання їх з метою отримання комбікормової крупки. В результаті, на початку 90-х років минулого століття набула поширення комбікормова технологічна система, в основу побудови якої був покладений принцип порційної технології [3-5].

Порційні технології стали використовувати в основному при будівництві нових комбікормових заводів, оскільки при реконструкції діючих заводів з'являлася можливість тільки підвищити якість готової продукції та стабільність її виробництва. Витрати при цьому як і раніше залишаються високими, тому що завод розташовується в тому самому виробничому приміщенні та вимагає використання раніше споруджених складів силосного типу. При будівництві нових комбікормових заводів використання порційної технології дозволяє істотно знизити витрати на будівництво складів силосного типу та виробничих приміщень. Крім того, застосування таких технологій дозволяє суттєво зменшити кількість транспортних механізмів та витрат на їх обслуговування [3, 6].

Сучасні технології IV-го покоління виробництва комбікормів для сільськогосподарської птиці передбачають (рис. 1) очищення кормової сировини при прийомі від грубих домішок, розміщення її на зберігання у складах силосного та підлогового (тарну сировину) типу. Силоси для зберігання сировини одночасно виконують і роль наддозаторних бункерів, тому що встановлений під ними багатокомпонентний ваговий дозатор зважує порцію компонентів, які чи то повністю (зернова сировина), чи то частково (шроти олійних культур, кормова або вапнякова мука) вимагають подрібнення у молоткових дробарках. Порція зважених компонентів надходить у подрібнювальні вузли та далі безпосередньо у змішувач головної лінії дозування та змішування. Компоненти, які не потребують подрібнення (дріжджі кормові, моно-, ди- або трикальцій-фосфати, кормові препарати ферментів, премікси і т. д.), надходять на технологічну лінію мікродозування, де проходять зважування та попереднє змішування. Отримана передсуміш мікрокомпонентів також надходить у змішувач головної лінії дозування та змішування. Далі отриманий розсипний комбікорм надходить на технологічну лінію гранулювання або отримання комбікормової крупки [2, 5, 7].

У розглянутій технології існує кілька істотних недоліків, що стримують подальше зростання продуктивності сільськогосподарської птиці та зростання обсягів виробництва комбікормів для них. Так, на кормовому ринку Європи, Російської Федерації, України та інших країн з комбікормовою промисловістю, яка розвивається, намітилася тенденція збільшення обсягу використання кормової сировини, що не потребує гранулометричної підготовки. У зв'язку з обмеженими можливостями технологічної лінії підготовки попередньої суміші мікрокомпонентів інші компоненти рецепту доводиться подавати на технологічну лінію порційного подрібнення зернової та іншої кормової сировини. А це, у свою чергу, призводить до переподрібнення кормової сировини та підвищення питомих витрат електроенергії на виробництво комбікормів. Крім того, традиційні компоненти таких порцій – шроти олійних культур і вапнякова мука – містять до 35...50 % фракцій, які не потребують подрібнення і за своїм гранулометричним складом відповідають вимогам паспортів годівлі відповідних гібридів або кросів сільськогосподарської птиці. Спроби встановлення просіювальних машин перед технологічними лініями порційного подрібнення сировини не принесли бажаного результату – зниження питомих витрат електроенергії на подрібнення, тому що при просіюванні порції компонентів, тільки частина яких вимагає подрібнення, до того ж незмішаних, коефіцієнт недосіву різко зростає. У результаті, встановлена перед технологічною лінією порційного подрібнення просіювальна машина, виконує поставлене завдання тільки частково, особливо при виробництві комбікормів для дорослих курей-несучок (високий рівень у рецептах вапнякової муки і крупки) та для зростаючих бройлерів (високий рівень шротів насіння олійних культур) [2].

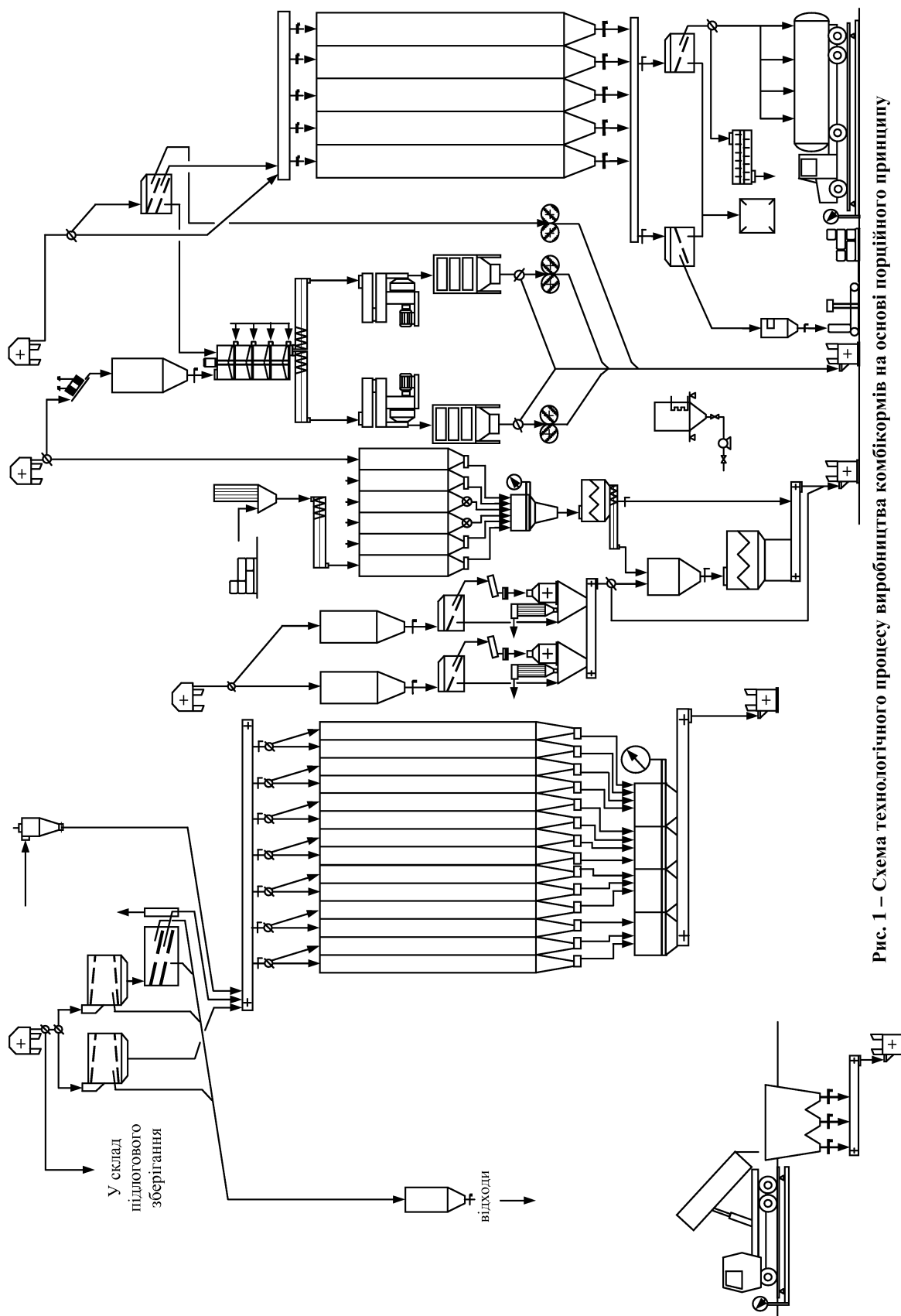


Рис. 1 – Схема технологічного процесу виробництва комбікормів на основі порційного принципу

На підставі проведеного аналізу відомих технологій виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці та виявлених проблем запропоновано вдосконалену технологію виробництва стартових комбікормів.

Враховуючи недоліки порційної технології для її вдосконалення передбачено створення технологічної лінії дозування компонентів, які не потребують подрібнення, що дозволить знизити питомі витрати електроенергії на виробництво комбікормів. Крім того, необхідно забезпечити попереднє розділення таких компонентів, як вапнякова мука, шроти олійних культур та ін. на фракції, які потребують, та які не потребують подрібнення, що знімає проблему переподрібнення проходових фракцій цих компонентів у складі порцій та дозволить знизити питомі витрати електроенергії на подрібнення.

Таким чином, технології виробництва комбікормів IV-го покоління повинні бути доукомплектовані просіювачами для попереднього розділення компонентів, які містять фракції, що не потребують подрібнення, та технологічною лінією дозування компонентів, які не потребують подрібнення.

У результаті вдосконалення порційної технології виробництва комбікормів продуктивність комбікормового заводу може збільшитись на 12...15 % завдяки зростанню продуктивності вузлів дозування порцій попередньо зважених компонентів. У свою чергу це стало можливим завдяки зниженню вмісту в порціях, які надходять на подрібнення, компонентів, що вміщують фракції, які потребують подрібнення. Більш того, при виробництві однієї і тієї самої кількості комбікормової продукції на 10...15 % знижуються зношування подрібнювального обладнання, яке дороге коштує, та витрати на його обслуговування [2].

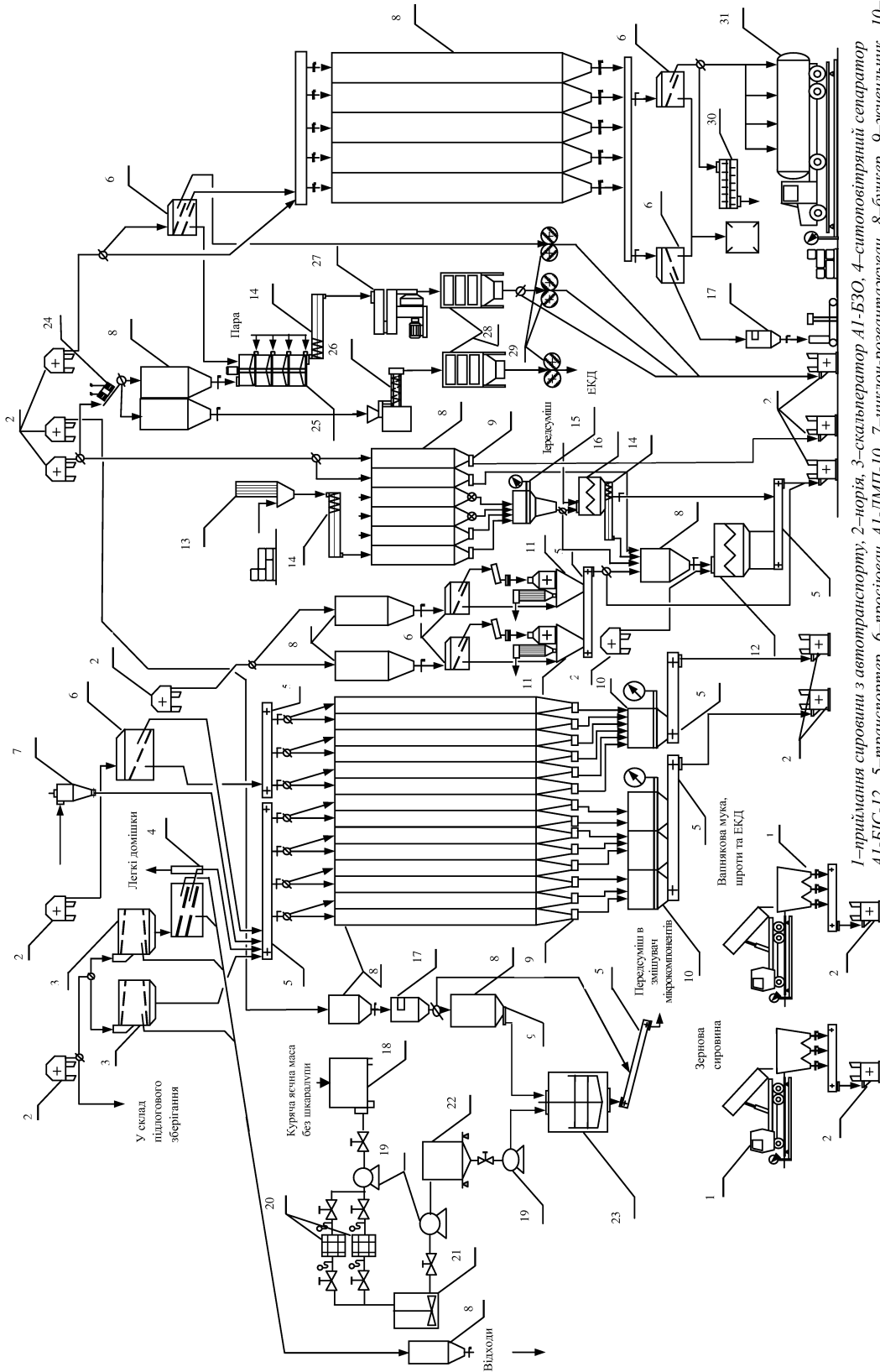
Відповідно до запропонованої принципової схеми технологічного процесу виробництва стартових комбікормів для сільськогосподарської птиці (рис. 2) передбачено наступні технологічні лінії, які включають такі операції:

1. підготовки порції зернової сировини:
 - очищення від домішок зернових компонентів;
 - озування порції зернових компонентів;
 - порційного подрібнення зернових компонентів;
2. підготовки порції вапнякової муки, шротів та екструдованої кормової добавки (ЕКД):
 - розділення вапнякової муки, шротів та ЕКД на мучнисту та крупну фракції;
 - дозування порції мучнистої фракції компонентів;
3. підготовки порції мікрокомпонентів та ЕКД:
 - дозування порції мікрокомпонентів та ЕКД у співвідношенні 1:1;
 - змішування отриманої порції;
 - змішування передсуміші та ЕКД у співвідношенні 1:2;
 - дозування отриманої порції передсуміші;
 - змішування усіх підготовлених порцій компонентів;
4. теплової обробки розсипного комбікорму:
 - пропарювання розсипного комбікорму;
 - гранулювання комбікорму;
 - охолодження та подрібнення до необхідної крупності гранульованого комбікорму;
 - відпуску готової продукції.

Для виробництва комбікормів передбачають очищення зернової сировини при прийомі від некормових відходів на скальператорах (3) марки А1-БЗО та ситоповітряному сепараторі (4) марки А1-БІС-12, в якому встановлено дві ситові рами – верхня ПР № 100...160, нижня – ПР № 10...14. Очищені зернові компоненти за допомогою транспортера розміщують на зберігання у складах силосного типу, які виконують роль наддозаторних бункерів (8), з яких за допомогою шнекових живильників (9) зернову сировину направляють на дозування у багатокомпонентний ваговий дозатор (10) 10ДК-2500. Порцію зважених зернових компонентів подрібнюють у молоткових дробарках (11) марки А1-ДМР-20, в яких встановлені сита з отворами Ø 3 мм. Застосування порційного подрібнення зернової сировини дозволяє досягти необхідної крупності помелу та знизити витрати на виробництво комбікормів.

Компоненти комбікормів, які не потребують подрібнення, направляють на окреме дозування для запобігання переподрібнення сировини, зниження питомих витрат електроенергії та зниження зношування подрібнювального обладнання. Сировину, яка надходить у затареному вигляді (дріжджі кормові, моно-, ди- або трикальційфосфати, кормові препарати ферментів, премікси і т. д.), подають на технологічну лінію мікродозування.

За удосконаленою технологією введення ЕКД передбачено одразу на двох технологічних лініях (отримання порції компонентів, які не потребують подрібнення, та порції мікрокомпонентів).



1-приймання сировини з автотранспорту, 2-норія, 3-скаляратор А1-Б30, 4-ситовітрапний сепаратор А1-Б1С-12, 5-транспортер, 6-просівач А1-ДМП-10, 7-циклон-розвештажувач, 8-бункер, 9-жвильник, 10-багатокомпонентний ваговий дозатор 10-ДК-2500, 11-порційний вузол подрібнення, 12-змішувач НРВ-4000, 13-мікрокорозійна шафа, 14-циклонний транспортер, 15-багатокомпонентний ваговий дозатор 5ДК-200, 16-змішувач СП-500, 17-вазі, 18-контейнер, 19-насос, 20-фільтр з грубою очисткою, 21-бункер з мішалкою, 22-бункер на тензодатчиках, 23-рамковий змішувач, 24-рамковий змішувач, 25-кондиціонер, 26-прес-екструдер Е-500, 27-прес-гранулятор, 28-охолоджувач, 29-валковий подрібнювач, 30-напильник БАР на поверхню готової продукції, 31 - відвук готової продукції на автотранспорт.

Рис. 2 – Принципова технологічна схема виробництва стартівих комбікормів для сільськогосподарської птиці

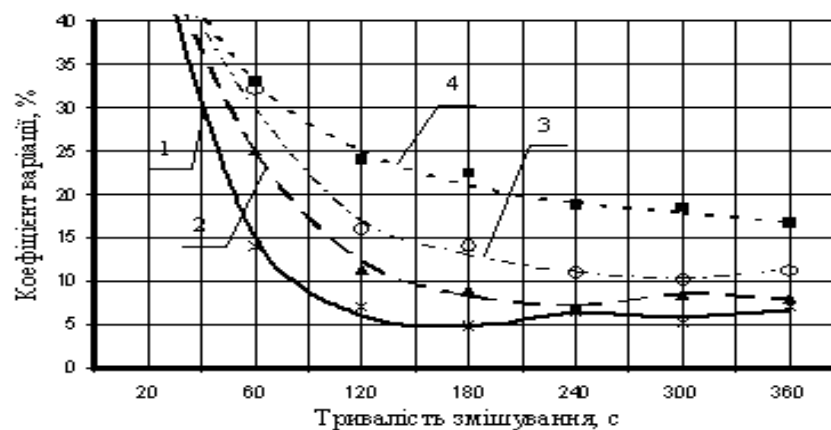
Як відомо, разова дача стартового комбікорму птиці дуже мала та обчислюється декількома грамами, в яких повинні бути рівномірно розподілені всі поживні речовини комбікорму. Найбільшу складність викликає розподілення мікрокомпонентів, деякі з яких входять до складу рецепту в кількості меншій за 0,1 %. Якщо необхідно рівномірно розподілити компонент у суміші з концентрацією меншою за 0,1...0,2 %, потрібно використовувати дво- та тристадійне змішування [8].

Згідно з порційною технологією виробництва комбікормів передсуміш мікрокомпонентів подається до головного змішувача для отримання розсипного комбікорму.

За методом Кравчиної П.Н. [9] маса проби для визначення коефіцієнта варіації становить 2 г, а для молодняка курей-несучок у перші дні життя разова дача корму становить 0,8...1,2 г. Отже, необхідно визначити зміну рівномірності розподілення мікрокомпонентів у пробах в залежності від зменшення їх маси, мінімальна маса проби повинна бути меншою від разової дачі комбікорму птиці [10, 11]. Для аналізу були підготовлені такі зразки:

1. Проба масою $m = 2$ г.
2. Проба масою $m = 1,5$ г.
3. Проба масою $m = 1$ г.
4. Проба масою $m = 0,5$ г.

Аналіз результатів дослідження (рис. 3) показав, що при збільшенні маси досліджуваної проби час змішування у змішувачі з лопатевим перемішувальним пристроєм значно збільшується, що призводить до зростання питомих витрат електроенергії. При цьому мінімальний коефіцієнт варіації 4,8 % спостерігається у зразка № 1 на 160 с змішування, у зразка № 2 – 7,1 % на 240 с змішування, у зразка № 3 – 10,2 % на 300 с змішування, у зразка № 4 – 16,7 % на 360 с змішування. Збільшення тривалості змішування понад 360 с недоцільне, тому що не приводить до істотного зниження коефіцієнта варіації, а витрати електроенергії при цьому зростають.



1 – $m = 2$ г, 2 – $m = 1,5$ г, 3 – $m = 1$ г, 4 – $m = 0,5$ г

Рис. 3 – Оцінка однорідності в залежності від маси проби

Отже, для максимально рівномірного розподілу мікрокомпонентів у комбікормі запропоновано отримувати передсуміш мікрокомпонентів та ЕКД шляхом двостадійного їх змішування у співвідношенні 1:1 на першому етапі змішування та 1:2 на другому етапі [12]. Коефіцієнт варіації передсуміші мікрокомпонентів та ЕКД масою 0,5 г після двостадійного змішування у змішувачі з лопатевим перемішувальним пристроєм упродовж 120...180 с становить 2,3 %.

Мікрокомпоненти та ЕКД подають за допомогою шнекових та роторних живильників (9) у багатокомпонентний ваговий дозатор (15) 5ДК-200 для отримання порції при співвідношенні компонентів у ній 1:1. Отриману порцію змішують у змішувачі з лопатевим перемішувальним пристроєм (16) марки СП-500 впродовж 120...180 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1,33$ с⁻¹. У цей час звážують на дозаторі (15) порцію ЕКД, яка за масою у 2 рази більша від першої передсуміші мікрокомпонентів і ЕКД, та через перекидний клапан подають у надзмішувальний бункер (8). Першу передсуміш та ЕКД змішують у головному змішувачі періодичної дії з лопатевим перемішувальним пристроєм (12) марки НРВ-4000 виробництва фірми «Andritz Sprout» (Данія) впродовж 120 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1,17$ с⁻¹. Отриману високооднорідну другу передсуміш закачують у бункер.

Підготовлені порції подрібненої зернової сировини, компонентів, які не потребують подрібнення, та

ЕКД, передсуміші мікрокомпонентів та ЕКД змішують у головному швидкохідному змішувачі періодичної дії (12) впродовж 90...120 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1,17 \text{ с}^{-1}$. Далі отриманий високооднорідний розсипний комбікорм надходить на технологічну лінію гранулювання та отримання комбікормової крупки. Готову продукцію відвантажують на автотранспорт (31) чи затарюють у мішки.

Курчата та молодки повинні отримувати борошнистий комбікорм крупчастого помелу. Надмірний вміст дуже дрібних інгредієнтів або занадто велика структура ведуть до вибіркового споживання комбікорму і нерівномірного забезпечення поживними речовинами. Занадто дрібна структура комбікорму знижує його споживання птицею і може привести до недоотримання нею окремих поживних речовин.

Виробництво ЕКД можна здійснювати на існуючому обладнанні на комбікормовому заводі з порційною технологією виробництва, встановивши додаткове обладнання (див. рис. 2), що приводить до значного зниження капіталовкладень на реалізацію вдосконаленої технології збагачення зернової сировини тваринними білками.

ЕКД готують наступним чином. Зерно кукурудзи готують на лінії підготовки порції зернової сировини. Після порційного подрібнення кукурудзяну крупку закачують у бункер, звідки у необхідній кількості за допомогою додатково встановленої норії її подають в однокомпонентний ваговий дозатор (17) марки АД-50-РКЗ. Яєчну масу без шкаралупи некондиційних курячих яєць у пластиковому контейнері (18) подають у виробничий корпус. За допомогою насоса (19) її через фільтр грубої очистки (20), в якому встановлено фільтр-сітку грубого очищення з отворами $\varnothing 3...4$ мм, направляють у бункер-мішалку (21) для надання неоднорідній яєчній масі рівномірних фізичних властивостей. За запропонованою технологією передбачено два фільтри грубої очистки для забезпечення безперебійної роботи лінії у випадку збруднення одного з фільтрів.

Гомогенну яєчну масу направляють на дозування в бункер на тензодатчиках (22) та в рамний змішувач (23), куди подають і зважену порцію кукурудзяної крупки через перекидний клапан для отримання передсуміші цих компонентів. Змішування проводять впродовж 180 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1 \text{ с}^{-1}$ при співвідношенні кукурудзяної крупки та яєчної маси без шкаралупи 1:1 для рівномірного розподілення рідкої сировини в суміші. Отриману передсуміш та порцію кукурудзяної крупки, яка залишилась, за допомогою транспортера (5) подають у змішувач періодичної дії (16) марки СП-500. Високооднорідну кормову добавку контролюють на наявність металомангітних домішок у магнітному сепараторі (24) П-100 та направляють на екструдкування у перс-екструдер (26) марки Е-500. Екструдкування кормової добавки проводять за таких режимів: тиск у робочій зоні екструдера 2...3 МПа, споживана потужність електродвигуна 4,0...4,5 кВт, температура продукту на виході з екструдера 110...120 °С, тривалість процесу 60...120 с, діаметр отвору матриці 10 мм. Гарячий екструдат охолоджують та подрібнюють. Отриману ЕКД направляють на пакування або на лінію підготовки порції компонентів, які не потребують подрібнення, та лінію підготовки порції мікрокомпонентів для використання у виробництві комбікормів.

Запропонований спосіб виробництва комбікормів для сільськогосподарської птиці може бути реалізований на існуючому стандартному обладнанні комбікормових заводів за порційною технологією без встановлення додаткового змішувального обладнання. Для виробництва високооднорідного та збалансованого комбікорму необхідно використовувати триетапне внесення мікрокомпонентів до складу комбікорму, а екстродовану кормову добавку вводити в раціон у кількості 15...25 % [12].

Література

1. Бурка, А. Рынок комбикормов: заложник или локомотив отрасли животноводства [Текст] / А. Бурка // Эксклюзивные технологии. – 2009. – № 3 – 4. – С. 40 – 43.
2. Егоров, Б.В. Совершенствование технологии производства комбикормов для сельскохозяйственной птицы [Текст] / Б.В. Егоров, Абдулкарим, Н.В. Гонца // Сб. науч. тр. МПА. – М., 2009. – Вып. VIII/1. – С. 137 – 143.
3. Егоров, Б.В. К вопросу оптимизации структуры комбикормовых технологических систем [Текст] / Б.В. Егоров, А.В. Макарянская // Зернові продукти і комбікорми. – 2009. – № 3. – С. 40 – 44.
4. Касьянов, Б. Переход на порционную схему производства [Текст] / Б. Касьянов // Комбикорма. – 2003. – № 1. – С. 27 – 28.
5. Кожарова, Л.С. Обзор современных технологий и оборудования для производства комбикормов [Текст] / Л.С. Кожарова // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 7. – С. 35 – 40.
6. Егоров, Б.В. Эволюция комбикормовых технологических систем [Текст] // Проблемы развития современных комбикормовых технологий: материалы науч.-практ. конф. с Междунар. участием, посвящ. 115-летию со дня рожд. проф. П.Г. Демидова, Одесса, 26-27 июня 2008 г. / ОНАПТ. – О.: Полиграф, 2008. – С. 37-47.

7. Кожарова, Л.С. Комбикормовая промышленность России: проблемы и решения [Текст] / Л.С. Кожарова // Зернові продукти і комбікорми. – 2005. – № 2. – С. 29 – 33.
8. Швецов, А.А. Повышение эффективности производства комбикормов [Текст] / А.А. Швецов, А.Н. Остриков, А.И. Сухарев. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 243 с.
9. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Технология комбикормового производства» [Текст] / Б.В. Егоров, И.К. Чайка, В.Е. Браженко, Е.Е. Воецкая; под ред. Б.В. Егорова. – Одесса: ОНАПТ, 2001. – 62 с.
10. Егоров, Б.В. Совершенствование оценки однородности предстартовых комбикормов для молодняка сельскохозяйственной птицы [Текст] / Б.В. Егоров, А.В. Макарина, Н.В. Гонца // Проблемы развития современных комбикормовых технологий: материалы науч.-практ. конф. с Междунар. участием, посвящ. 115-летию со дня рожд. проф. П.Г. Демидова, Одесса, 26-27 июня 2008 г. / ОНАПТ. – О.: Полиграф, 2008. – С. 113 – 118.
11. Егоров, Б.В. К вопросу оценки однородности предстартовых комбикормов [Текст] / Б.В. Егоров, А.В. Макарина, Н.В. Гонца // Хранение и перераб. зерна. – 2008. – № 7. – С. 50 – 51.
12. Пат. 64222 Україна, МПК А23К 1/14, 1/16. Спосіб приготування комбікорму для сільськогосподарської птиці [Текст] / Б.В. Егоров, Н.В. Ворона. – №u201108848. Заявл. 14.07.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

УДК [636.087.7:636.5]:66.099.2

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, член-кор. УААН України,
Турпурова Т.М., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*У статті розроблено технологію виробництва мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці.
In this article technology of production of mineral addition is developed for an agricultural bird.*

Ключові слова: птахівництво, кальцій, рецепти, мінеральні добавки, сільськогосподарська птиця, гранулювання, показники якості.

Птахівництво — найбільш динамічна галузь сільського господарства. Одним із важливих стратегічних пріоритетів сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення високоякісними, безпечними продуктами харчування.

Світовий досвід успішного ведення тваринництва свідчить про високу ефективність вирішення, перш за все, кормової проблеми: тільки при повноцінній годівлі тварин, птиці, риби та ін. можливе найбільш повне використання генетичних ресурсів продуктивності, які під дією селекції постійно підвищуються, та зниження конверсії корму. Відомо, що конверсія корму залежить від збалансованості корму за всіма поживними, біологічно активними речовинами, його якості, технології вирощування тварин та генетичного потенціалу. За даними вітчизняних та закордонних учених, рівень впливу факторів на продуктивність розподіляється наступним чином (рис. 1).

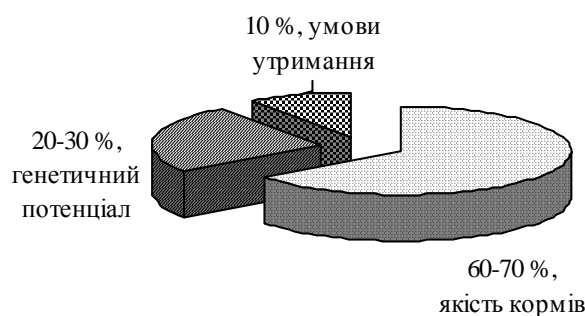


Рис. 1 – Вплив факторів на продуктивність тварин

Якщо згадати, що генетичний потенціал вже закладений природою, то впливати на продуктивність, конверсію корму в тварин та птиці можна переважно через фактор годівлі – повноцінність годівлі та якість кормів. Забезпечити високу якість кормів можна лише за рахунок використання комбікормової продукції.

Таблиця 1 – Добові раціони для курей-несучок (в г)

Корм	Літній період	Зимовий період
Зерно злакових культур	45–55	55–60
Зерно бобових культур	5–10	5–10
Мучнисті корми	30–35	20–25
Макухи, шроти, дріжджі сухі	6–8	8–10
Корми тваринного походження	4–5	5–7
Зелені корми, коренеплоди	50–60	50–60
Мука трав'яна, сінна	–	5–10
Мінеральні корми	5–7	6–8
в тому числі сіль кухонна	0,5	0,5

Отже, повнораціонна годівля птиці є однією з головних проблем у галузі. Сучасний рівень ведення тваринництва, генетичний потенціал тварин потребують використання кормів, збалансованих за всіма поживними речовинами. В табл. 1 наведено добові раціони для курей-несучок у літній та зимовий періоди.

Кури-несучки характеризуються дуже напруженим обміном речовин, що потребує максимально збалансованих кормів, і насамперед, це стосується мінерального обміну. При експлуатації курей-несучок в основному використовують двофазові кормові програми, які ґрунтуються на тісному зв'язку поживності комбікормів з віком та продуктивністю птиці. Вміст поживних речовин і обмінної енергії в комбікормах для курей-несучок наведено в табл. 2 [1].

Таблиця 2 – Вміст основних поживних речовин і обмінної енергії в 100 г комбікорму для курей-несучок

Показники	Вік птиці, тижні	
	від 2-5 % яйценосності і до 45 тижнів	46 тижнів і більше
Обмінна енергія, кДЖ	1130	1130
ккал	270	270
Сирий протеїн, %	17	16
Сира клітковина, %	5,0	5,0
Амінокислоти:		
лізин	0,85	0,80
метіонін	0,42	0,40
метіонін+цистин	0,72	0,68
Мінеральні речовини:		
кальцій	3,6	3,8
фосфор загальний	0,70	0,60
фосфор засвоюваний	0,40	0,34
натрій	0,20	0,20
Ліноленова кислота	1,40	1,20

Важливим фактором при мінеральній годівлі сільськогосподарської птиці є оптимальний вміст кальцію. З кожним яйцем курка-несучка виділяє 2–2,2 г кальцію. Товщина шкаралупи хоча і є спадковим фактором, але також залежить від наявності в раціоні кальцію та інших мінеральних елементів (P, Mn, Zn), вітаміну D. Засвоюваність кальцію з раціону становить оптимально близько 50 %, коливаючись від 60-70 % — у молодих курей і до 40 % — у курей в кінці продуктивного періоду. При нестачі кальцію у птиці розвивається рахіт, знижується апетит, затримується ріст, хода стає невпевнена, птиця сідає на ноги. Згодування великою кількістю кальцію погано впливає на обмін речовин [1].

Сьогодні виникає проблема при годівлі сільськогосподарської птиці, а саме вночі спостерігається дефіцит кальцію, що призводить до зниження яйценосності, погіршується якість яєць та збільшується їх кількість із деформованою шкаралупою. Крім дефіциту кальцію, може бути неправильне співвідношення кальцію та фосфору в кормах, недостатня кількість в організмі вітаміну D, що призводить до розвинення

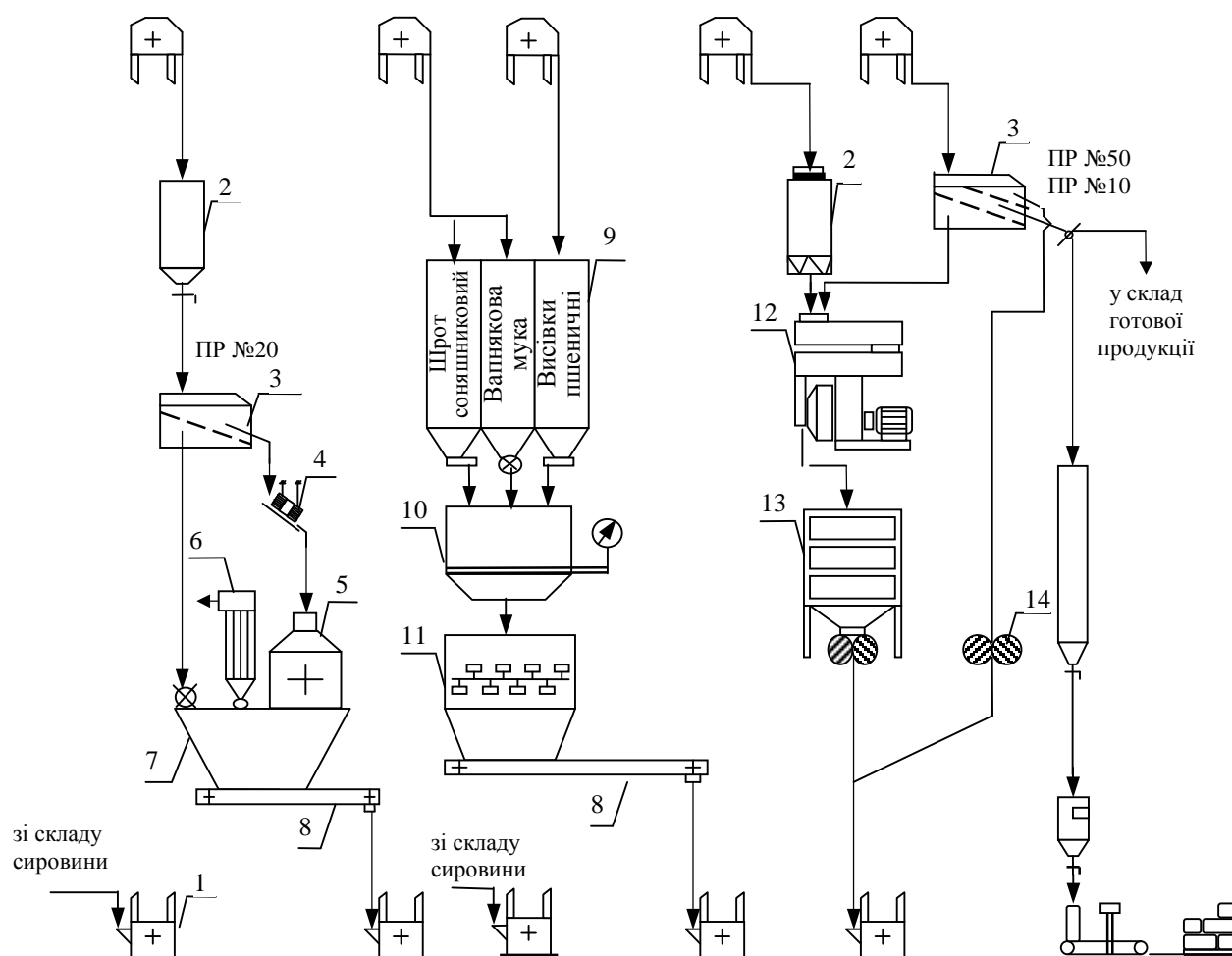
рахіту — присідання на ноги, слабкість та викривлення кінцівок.

Тому метою нашої роботи була розробка технології виробництва мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розрахувати склад кормової мінеральної добавки для курей-несучок;
- визначити фізико-технологічні властивості сировини для виробництва мінеральної добавки;
- розробити спосіб отримання мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці;
- визначити якісні показники отриманих гранул та розрахувати вихід крупки із них.

Забезпечення птиці необхідною кількістю мінеральних речовин (кальцієм, фосфором та ін.), особливо при безвигульному її вирощуванні у приміщенні, є досить важливим завданням. Балансують раціони за кальцієм шляхом використання мінеральних кормів: крейди, черепашок мідій, вапнякової, кісткової муки, моно-, ди- та трикальційфосфатів. Основні джерела фосфору в раціоні птиці — корми тваринного походження, висівки, макухи та шроти, кормові дріжджі, а також мінеральні добавки у вигляді кісткової муки та кормових знефторених фосфатів [2–4].



- 1 – норія; 2 – бункер; 3 – просіювальна машина; 4 – електромагнітний сепаратор;
 5 – молоткова дробарка; 6 – фільтр; 7 – піддобрарний бункер; 8 – транспортер;
 9 – наддозаторні бункери; 10 – багатокомпонентний ваговий дозатор;
 11 – змішувач; 12 – прес-гранулятор; 13 – охолоджувач; 14 – подрібнювач гранул.

Рис. 2 – Принципова технологічна схема виробництва мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці

Для виробництва мінеральної добавки для курей-несучок використовували компоненти, які входять до складу добового раціону курей-несучок: шрот соняшниковий, висівки пшеничні та вапнякову муку (табл. 1). Показники фізико-технологічних властивостей цих компонентів наведено в табл. 3. Чому саме вапнякову муку? З наведених вище мінеральних добавок, найчастіше при виробництві повнораціонних комбікормів використовують вапнякову муку, вартість якої практично в 2 рази нижча в порівнянні з вартістю крейди і значно нижча від вартості кальцієвих фосфатів.

До складу добавки вводили 10, 20 та 30 % вапнякової муки. Вологість мінеральної добавки в розсипному вигляді становила в межах 7,9...8,2 %. Перед гранулюванням мінеральну добавку зволожували до вологості 15,5 %. Гранулювання мінеральної добавки здійснювали «сухим» методом на лабораторному пресі-грануляторі під тиском 110...120 кг/см² протягом 5 хв. Матриці й пуасони попередньо нагрівали до температури 60...70 °С.

Таблиця 3 – Визначення фізико-технологічних властивостей компонентів для виробництва мінеральної добавки

Показники	Шрот соняшниковий	Висівки пшеничні	Вапнякова мука
Вологість, %	6,2	7,7	9,1
Кут природного відкосу, град.	41	51	26
Об'ємна маса, г/л	640	460	1520
Сипучість, см/с	14,7	15,1	1,9

Принципова технологічна схема виробництва мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці, наведена на рис. 2, передбачає підготовку компонентів, дозування згідно з рецептом, змішування та гранулювання.

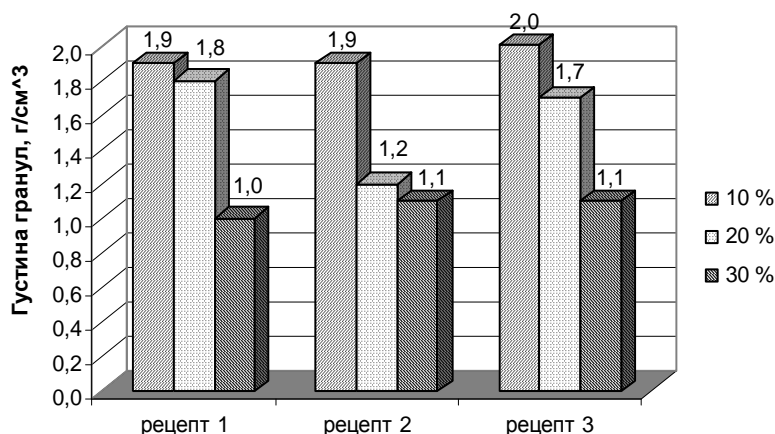


Рис. 3 – Залежність густини гранул від вмісту мінерального компонента

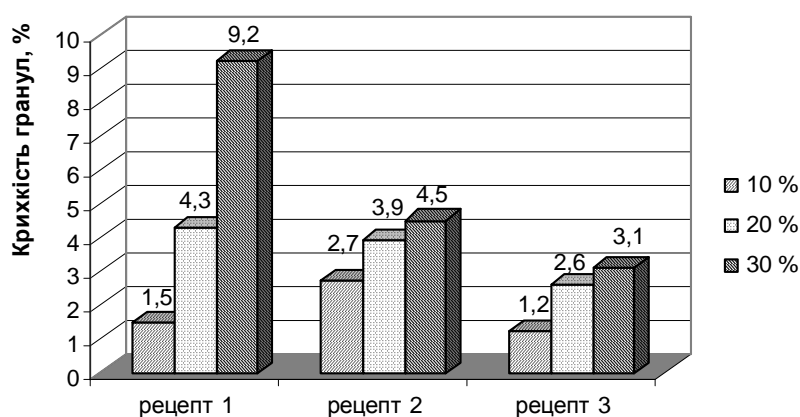


Рис. 4 – Залежність крихкості гранул від вмісту мінерального компонента

Гранульовану мінеральну добавку, отриману за цією технологією, оцінювали за такими показниками якості: крихкість, густина гранул, вихід крупки. На рис. 3 та рис. 4 наведені залежності густини гранул та їх крихкості від вмісту мінерального компонента в добавці. Отримані дані дозволяють зробити висновок, що до складу мінеральної добавки можна вводити до 20 % мінеральних компонентів, незалежно від використаного наповнювача. Якщо в якості наповнювача використати суміш шротів і зернової сировини, то якість гранул буде вища.

Згідно з «Правилами організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції» вихід крупки повинен бути не менший за 70 %. Нормативний вихід крупки було отримано для рецепта № 2 при введенні 10 % мінерального компонента та рецепта № 3 при введенні 10 та 20 % мінерального компонента. На рис. 5 вид-

но, що із збільшенням введення мінеральної сировини до складу добавки вихід крупки зменшується, при цьому збільшується кількість недопресованого продукту, який необхідно направляти на повторне гранулювання.

Наступним етапом нашої роботи було дослідження засвоєння кальцію у шлунково-кишковому тракті сільськогосподарської птиці із кормів різних способів підготовки. В лабораторних умовах було створено макет шлунку сільськогосподарської птиці. Відомо, що за 30 хв до годівлі в железиному шлунку виділяється 11,3 мл травного соку та після годівлі протягом 90 хв – 38,4 мл. Травний сік железистого шлунка містить соляну кислоту і фермент пепсиноген, який у присутності соляної кислоти переходить в активну форму – пепсин. рН травного соку становить 1,8 [5].

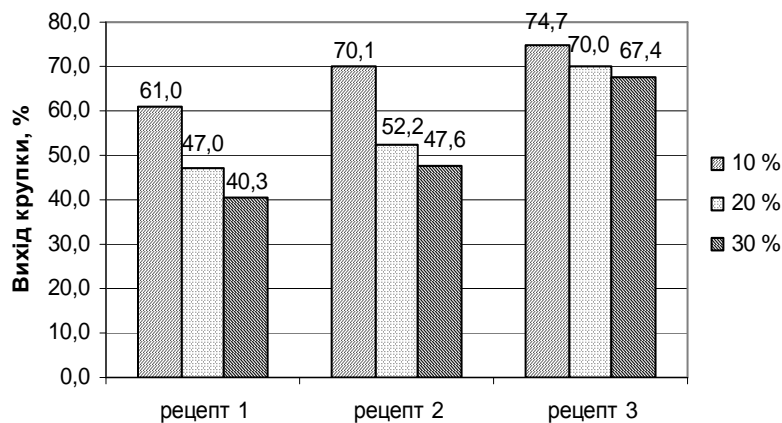


Рис. 5 – Вихід крупки в залежності від вмісту мінерального компонента

добавки призводить до суттєвого зменшення площі дотику поверхні вапняку з соляною кислотою. Цей фактор значно знижує швидкість кислотної деградації вапняку мінеральної добавки у порівнянні з вапняковою крупкою. Навіть при годуванні птиці у вечірній час значна частка кальцію надійде в тонкий кишечник у зону всмоктування вночі, якраз тоді, коли потреба в ньому у птиці буде максимальна.

Відомо, що гранулювання дуже енергоємний процес, але із проведених досліджень видно, що ці витрати є виправданими, оскільки кращим джерелом кальцію для курей-несучок є гранульована мінеральна добавка, отримана з вапнякової муки та наповнювача.

На основі отриманих даних можна зробити такі висновки:

- для усунення проблеми дефіциту кальцію вночі, необхідно контролювати вміст кальцію, співвідношення кальцію та фосфору, наявність вітаміну Д в раціоні, а також, щоб мінімум 60 % корму птиця споживала у другій половині дня, коли утворюється шкаралупа;
- визначено фізико-технологічні властивості сировини для виробництва мінеральної добавки;
- розроблено спосіб отримання мінеральної добавки для сільськогосподарської птиці, при згодуванні якої кальцій довше затримується у шлунку, рівномірно надходить у кров протягом доби;
- визначено якісні показники отриманих гранул.

Література

1. Свеженцов А.И. и др. Корма и кормление сельскохозяйственной птицы: Монография / А.И. Свеженцов, Р.М. Урдзик, И.А. Егоров. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2006. – 384 с.
2. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
3. Шенцов К.С. Рекомендації щодо спрямованого вирощування, утримання і відгодівлі водоплавної птиці, 2006.
4. Экспертиза кормов и кормовых добавок: учеб.-справ. пособие [Текст] / К.Я. Мотовилов, А.П. Булатов, Н.Н. Ланцева и др. – Новосибирск: Сиб. унив. Изд-во, 2004. – 303 с.
5. Селянский В.М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. 2-е изд., М.: Колос, 1972.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ НАКОПИЧЕННЯ БІЛКОВИХ СПЛУК У ЗЕРНОВІЙ СИРОВИНІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ

Сгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, член-кор. УААН України,
Кананихіна О.М., канд. техн. наук, доцент, Турпурова Т.М., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті досліджено умови підготовки зерна пшениці як поживного середовища для вирощування дріжджів. Визначено хімічні та біохімічні показники зерна підвищеної кормової цінності, яке використовується при виробництві комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин.

In this article investigational terms of preparation of grain of wheat in quality a nourishing environment for growing of yeasts. Certainly chemical and biochemical indexes of grain of enhanceable feedvalue, which is used for the production of the mixed fidders for to the sapling of agricultural zoons.

Ключові слова: пшениця, кукурудза, дріжджування, кормове зерно, білок, ферментативна обробка, хлібопекарські пресовані дріжджі, волютин.

Структура харчування людства в цілому, в тому числі населення нашої країни, далеко не ідеальна, причому найбільш дефіцитним компонентом їжі є білок, особливо білок високої поживної цінності.

Великотонажне мікробіологічне виробництво білка слід постійно розвивати, оскільки саме цей шлях дозволяє розширити та якісно поліпшити харчову базу, отримати найбільш високоякісні білкові продукти з найменшими витратами праці, з мінімальним збитком для навколишнього середовища.

Як промисловий процес, мікробіологічне виробництво білка не вимагає посівних площ, не залежить від кліматичних і погодних умов, піддається плануванню і високому рівню автоматизації, дозволяє отримувати продукцію стандартної якості. Продукти мікробіологічного синтезу можна назвати новими видами кормів і їжі, але неправильно вважати синтетичними або штучними [1].

Недостатня кількість білка в харчуванні негативно позначається на здоров'ї дорослої людини, знижує фізичну і розумову працездатність, а в дітей уповільнює фізичний, а інколи, і розумовий розвиток.

При вирощуванні тварин і птиці недостатня кількість білка приводить до перевитрат кормів, погіршення здоров'я тварин. Недостатня кількість високоякісних білків у харчуванні населення багатьох країн дуже суттєва.

Метою роботи є підвищення кормової цінності зернової сировини у складі комбікормів біотехнологічним методом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання дослідження:

- вивчити технологічні властивості кормового зерна;
- отримати поживне середовище на основі гідролізату зерна пшениці;
- підібрати штами дріжджових культур, які активно ростуть на осолодженому зерні пшениці та кукурудзі;
- визначити хімічні та біохімічні показники зерна підвищеної кормової цінності, яке використовується при виробництві комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин.

Україна – це країна сільськогосподарського виробництва. А зернове господарство – найважливіша галузь сільського господарства, призначенням якої є виробництво зернових культур, а саме пшениці. Збільшення виробництва пшениці зумовлюється підвищенням попиту на продукти харчування для населення, сировини для борошномельної, хлібопекарської, кондитерської, комбікормової та інших галузей промисловості. Пшениця йде і на поновлення державних резервів та розширення фондів для зовнішньої торгівлі, має велике значення у фуражному балансі, як одне з найважливіших джерел концентрованих, а також зелених і соковитих кормів для худоби [2].

Вміст сирого протеїну в кормовому зерні дійсно останнім часом знизився. Порівнюючи дані з літературних джерел [3] і отримані нами видно, що вміст сирого протеїну зерна пшениці знизився на 1-2 абсолютних відсотки, а зерна кукурудзи – майже на 3 абсолютних відсотки. Дріжджі дуже чутливі до хімічного складу поживного середовища та значення рН-середовища. Поживні речовини повинні бути в доступній формі й визначених кількісних та якісних співвідношеннях.

Якість гідролікатів, засвоюваність їх дріжджами визначаються складом вуглеводмісних, азотних, фосфорних речовин, макро- та мікроелементів. Для інтенсивного розмноження дріжджів у середовище необхідно додавати значну кількість сполук азоту, фосфору, магнію та калію. Краще за все засвоюються

йони амонію (NH_4^+) та аміак, добре – амонійні солі, зокрема сульфат амонію, фосфат амонію. Білки за-своюються після розщеплення до пептидів та амінокислот під дією протеолітичних ферментів, які виді-ляються в середовище самими дріжджовими клітинами [4, 5]. Фосфор необхідний дріжджам для синтезу складових частин протоплазми (нуклеїнових кислот, фосфоліпідів), ферментів, для формування вуглево-дів у процесі біохімічного окислення та для синтезу протеїну. При недостатній кількості його в пожив-ному середовищі зменшується синтез протеїну та підвищується кількість жиру. При збільшенні вмісту фосфору в поживному середовищі збільшується і кількість його в біомасі (до 4,5 – 5,0 %). При цьому дріжджі швидко ростуть, синтезують до 55 % і більше протеїну та невелику кількість жиру (2 – 3 %) [4]. Для інтенсивного росту дріжджів у середовищі повинен бути надлишок калію. Швидкість росту дріж-джових клітин у визначених умовах залежить і від концентрації в середовищі натрію, який здатний пере-носити поживні речовини в клітину. Магній стимулює розмноження дріжджів та сприяє синтезу рибо-флавіну [6].

При приготуванні поживного середовища, в нашому випадку, за основу взято осолоджене зерно пшениці ячмінним солодом протягом 2 годин із вмістом цукрів 1,57 %. Для забезпечення дріжджів по-живними речовинами в середовище вносили такі солі (г/л): сульфат амонію – 5,0; дегідрофосфат калію – 0,85; гідрофосфат калію – 0,15; сульфат магнію – 0,5; хлорид натрію – 0,1; хлорид кальцію – 0,1 [7, 8].

Дріжджування зерна пшениці проводили протягом 4 годин хлібопекарськими пресованими дріж-джами виду *Saccharomyces cerevisiae* – Одеськими південними та Львівськими дріжджами, а також кор-мовими каротиноїдними дріжджами. Для порівняння накопичення вмісту протеїну було відібрано зразки: зерно пшениці, яке не піддавали дріжджуванню (приготовлене поживне середовище з внесеними дріж-джами), та дріжджане зерно пшениці протягом 4-х годин дріжджування. Для інактивації дріжджів суб-страт витримували на водяній бані 10 хв.

Результати експерименту представлені в таблиці 1. Вміст сирого протеїну в зразку, з внесенням хлі-бопекарських пресованих Одеських південних дріжджів, який не піддавали дріжджуванню – 15,8 % (на суху речовину), Львівських – 15,3 % (на суху речовину) та 27,4 % (на суху речовину) відповідно у зразку, який дріжджували 4 години Одеськими дріжджами, 17,7 % – Львівськими дріжджами. Вміст сирого про-теїну при дріжджуванні зерна пшениці кормовими каротиноїдними дріжджами не змінився – 14,9 % та 15,1 % (на суху речовину) відповідно при дріжджуванні 0 годин та 4 години.

Таблиця 1 – Дріжджування зерна пшениці хлібопекарськими та кормовими дріжджами

Продукт	Вміст сирого протеїну у % на суху речовину в процесі дріжджування, год	
	0	4
Зерно пшениці дріжджане хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами	15,8	27,4
Зерно пшениці дріжджане хлібопекарськими пресованими Львівськими дріжджами	15,3	17,7
Зерно пшениці дріжджане кормовими каротиноїдними дріжджами	14,9	15,1

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що приготовлене поживне середовище та ство-рені відповідні умови сприятливі для росту та розмноження хлібопекарських пресованих дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, загальна їх кількість при дріжджуванні протягом 4-х годин збільшилася на 67 %. Щодо кормових каротиноїдних дріжджів, то загальна їх кількість при дріжджуванні збільшилася тіль-ки на 17 %, бо кормові каротиноїдні дріжджі були сухі та, напевно, потребують активації. Це в свою чер-гу призведе до додаткових витрат.

У процесі дріжджування кормового зерна, за рахунок розмноження дріжджів, необхідно прослідити зміну вмісту сирого протеїну. Оскільки дріжджане зерно пшениці має вологість 85 %, то визначити вміст сирого протеїну за відомими методиками неможливо. Для проведення експерименту використовували фарфорові чашки, у яких вирощували дріжджі в термостаті при сприятливих умовах, і через кожну годину зупиняли ріст дріжджів – протягом 10...15 хвилин витримували на кип'ячій водяній бані. Для отримання сухої маси для визначення вмісту сирого протеїну, чашки після водяної бані поміщали в тер-мостат ТГУ–01–200 з активним вентиляванням для видалення вологи. В результаті отримували зернову суміш, у якій можна визначити вміст «сирого» протеїну за відомими методиками.

Зміна вмісту сирого протеїну в процесі дріжджування кормового зерна Одеськими південними та Львівськими дріжджами представлена на рис.1 та рис. 2.

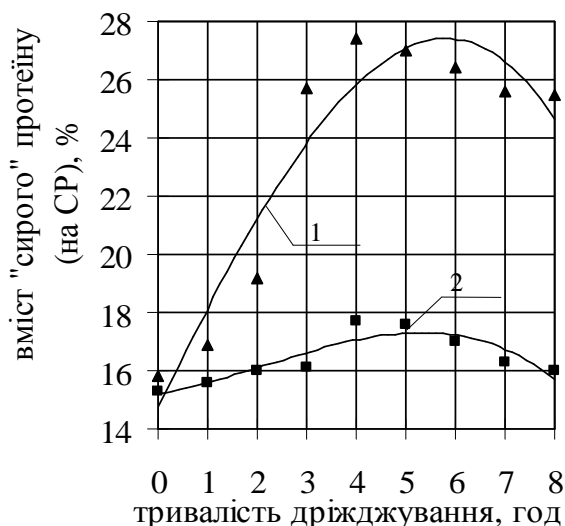


Рис. 1 – Вміст сирого протеїну у біомасі дріжджів при дріжджуванні зерна пшениці:
1 – Одеські південні дріжджі;
2 – Львівські дріжджі.

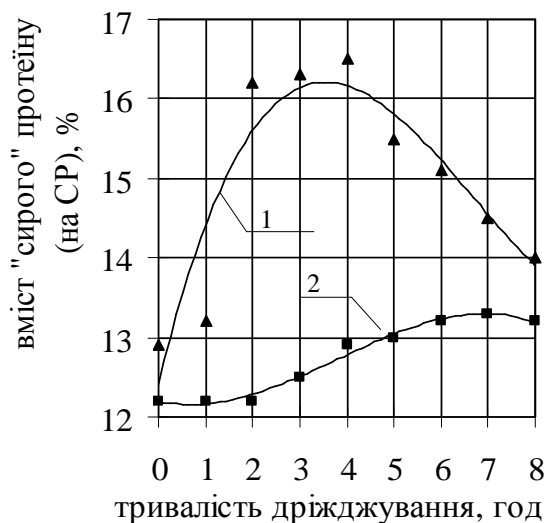


Рис. 2 – Вміст сирого протеїну у біомасі дріжджів при дріжджуванні зерна кукурудзи:
1 – Одеські південні дріжджі;
2 – Львівські дріжджі.

Накопичення вмісту сирого протеїну при дріжджуванні гідролізату зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами збільшилося на 67 %, тоді як вміст сирого протеїну при дріжджуванні гідролізату зерна кукурудзи підвищився тільки на 23 %. Отже, більш сприятливим для росту та розмноження хлібопекарських пресованих Одеських південних дріжджів є поживне середовище на основі гідролізату зерна пшениці. При дріжджуванні зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами вміст сирого протеїну на суху речовину протягом 4-х годин (оптимальний час для дріжджування) підвищився на 11 % відповідно до зразка, який не піддавали обробці, тобто внесеними дріжджами, які не розмножувалися.

Відомо, що дріжджова клітина за сприятливих умов існування активно накопичує запасні речовини – волютин, глікоген, трегалозу, жири. Волютин є резервною вакуолярною речовиною і в той самий час бере участь у процесах, які регулюють ріст та розмноження клітин, у процесах дихання та бродіння. Волютин утворюється в дріжджових клітинах при сприятливих умовах – у середовищах, які багаті вуглеводами та фосфатами [10].

У нашому дослідженні важливо було прослідити накопичення волютину у дріжджових клітинах як джерела білкових сполук при дріжджуванні зерна. Волютин знаходиться у стані колоїдного розчину в вакуолях, і без забарвлення виявити його неможливо. В деяких випадках волютин випадає із розчину і утворює крупні сферичні гранули, які сильно переломлюють світло і добре видні у вакуолях у вигляді енергійно-брунівських частинок [11].

Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Одеських південних та Львівських дріжджів при дріжджуванні кормового зерна наведено на рис. 3 та рис. 4. На даних рисунках показано зміну кількості клітин, що містять волютин при дріжджуванні зерна пшениці та кукурудзи хлібопекарськими Одеськими південними та Львівськими дріжджами. В період інтенсивного розмноження дріжджів кількість волютину поступово зростає за рахунок того, що материнські клітини брунькуються і утворюють нові молоді клітини, кількість волютину в яких більша, ніж у материнській клітині. Дріжджові клітини брунькувалися протягом трьох годин, і їх кількість досягла 30...35 %. На 4-ту годину дріжджування кількість клітин досягла максимального рівня, оскільки дочірні клітини відділилися від материнської клітини і почали самостійно розвиватися. Подальше дріжджування приводить до автолізу, біомаса клітин зменшується, а також зменшується кількість волютину в дріжджових клітинах.

Із всіх поживних речовин екструдованого зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці, визначну цінність мають білки, які не можуть бути замінені ніякими іншими речовинами. Поживна цінність білків визначається їх амінокислотним складом і насамперед вмістом незамінних амінокислот, які не можуть синтезуватися в організмі людини та тварин.

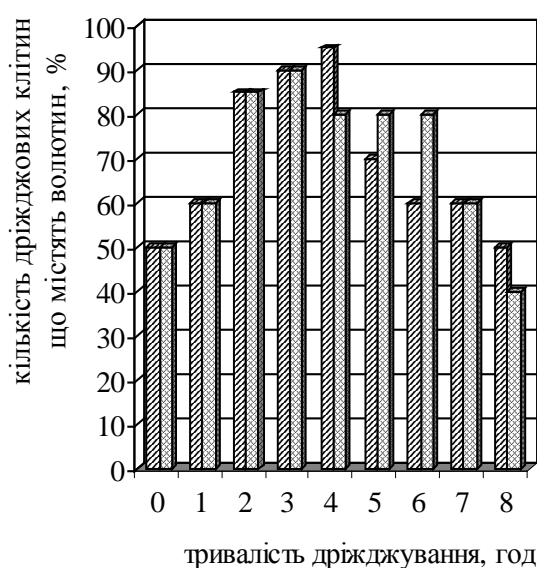


Рис. 3 – Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Одеських південних дріжджів при дріжджуванні кормового зерна:
 ■ зерно пшениці; ▣ – зерно кукурудзи.

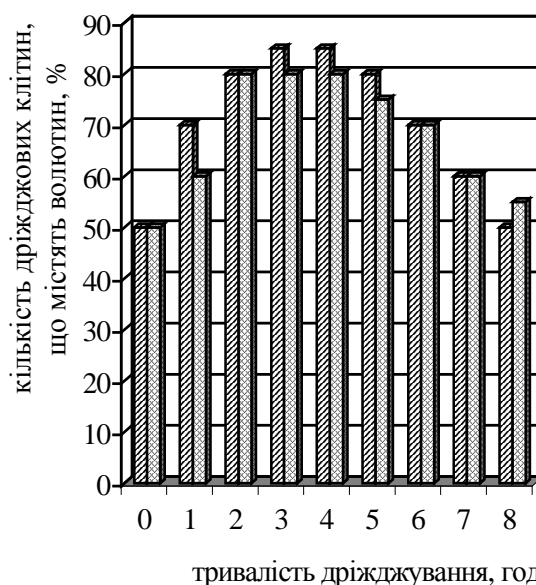


Рис. 4 – Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Львівських дріжджів при дріжджуванні кормового зерна:
 ■ – зерно пшениці; ▣ – зерно кукурудзи.

Таблиця 2 – Амінокислотний склад білків збагаченого зерна пшениці, % від сирого протеїну N×6,25 (у розрахунку на суху речовину)

Амінокислоти		Спосіб обробки зерна пшениці			
		без обробки	екструдоване зволожено водою	дріжджоване зерно пшениці	екструдоване зерно пшениці, збагачене дріжджованим зерном пшениці
незамінні	валін	0,39 ± 0,1	0,41 ± 0,1	0,89 ± 0,1	0,50 ± 0,1
	ізолейцин	0,27 ± 0,1	0,28 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,33 ± 0,1
	лейцин	0,75 ± 0,2	0,80 ± 0,2	1,61 ± 0,2	1,01 ± 0,2
	лізін	0,21 ± 0,1	0,22 ± 0,1	0,51 ± 0,1	0,28 ± 0,1
	метіонін+цистин	0,16 ± 0,1	0,17 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,22 ± 0,1
	треонін	0,21 ± 0,1	0,22 ± 0,1	0,47 ± 0,1	0,27 ± 0,1
	триптофан	0,15 ± 0,1	0,14 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,14 ± 0,1
	фенілаланін+тирозин	0,48 ± 0,1	0,51 ± 0,1	1,17 ± 0,1	0,61 ± 0,1
	Разом	2,62	2,75	5,83	3,36
замінні	аргінін	0,24 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,48 ± 0,1	0,29 ± 0,1
	аланін	0,32 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,73 ± 0,1	0,42 ± 0,1
	аспарагінова кислота	0,39 ± 0,1	0,41 ± 0,1	0,89 ± 0,1	0,49 ± 0,1
	гістидин	0,11 ± 0,1	0,11 ± 0,1	0,20 ± 0,1	0,11 ± 0,1
	гліцин	0,33 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,45 ± 0,1
	глутамінова кислота	3,01 ± 0,2	3,13 ± 0,2	6,68 ± 0,2	4,15 ± 0,2
	пролін	1,40 ± 0,2	1,44 ± 0,2	3,81 ± 0,2	1,94 ± 0,2
	серін	0,37 ± 0,1	0,39 ± 0,1	0,82 ± 0,1	0,48 ± 0,1
Разом	6,17	6,45	14,36	8,33	
Усього		8,79	9,20	20,19	11,69

Значні втрати масової частки вологи в зерні призводять не тільки до глибоких змін структури компонентів, але й до глибоких хімічних та біохімічних змін їх складу.

Враховуючи, що екструдкування зерна проводили при температурі 90...110 °С протягом 120 с, викликало значний інтерес дослідження зміни амінокислотного складу білків під впливом екструдкування. Результати цих досліджень представлені в таблиці 2.

Аналіз даних свідчить про те, що екструдкування впливає не тільки на вміст білка в зерні, але й на його біологічну цінність, тобто на загальний вміст амінокислот [9].

У процесі дріжджування зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами загальний вміст амінокислот збільшився в 2,3 рази в порівнянні з загальним вмістом амінокислот вихідного зерна пшениці, яке не підлягало обробці, а загальний вміст амінокислот в екструдованому зерні пшениці, збагаченому дріжджованим зерном пшениці, підвищився в 1,3 рази до загального вмісту амінокислот вихідного зерна пшениці. При цьому вміст деяких основних незамінних амінокислот також збільшився (%): лізину – 25, метіоніну і цистину – 27. Звертає на себе увагу, що серед незамінних амінокислот основна критична амінокислота триптофан практично не змінюється в процесі дріжджування зернової суміші та при екструдванні зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці.

Таблиця 3 – Зміни кількісно-якісного складу при зберіганні зерна підвищеної кормової цінності

Зернова сировина	Тривалість зберігання, днів									
	0		30		60		90		120	
	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г
Вихідне зерно пшениці	1,5*10 ⁵	7,7*10 ²	1,4*10 ⁵	7,5*10 ²	1,8*10 ⁵	6,3*10 ²	4,2*10 ⁴	5,7*10 ²	3,3*10 ⁴	3,5*10 ²
Екструдоване зерно пшениці зволожено водою	5,7*10 ⁴	1,3*10 ³	5,5*10 ⁴	1,3*10 ³	8,5*10 ⁴	1,3*10 ³	3,2*10 ³	1,8*10 ²	3,1*10 ³	4,3*10 ¹
Екструдоване зерно пшениці збагачене 5 % дріжджованим зерном пшениці	1,9*10 ⁴	1,5*10 ⁴	2,0*10 ⁴	1,4*10 ⁴	8,5*10 ⁴	1,1*10 ⁴	9,7*10 ³	1,6*10 ³	6,3*10 ³	1,2*10 ²
Екструдоване зерно пшениці збагачене 10 % дріжджованим зерном пшениці	3,7*10 ⁴	1,5*10 ⁵	3,3*10 ⁴	1,5*10 ⁵	5,5*10 ⁴	1,4*10 ⁴	1,1*10 ⁴	2,1*10 ³	6,8*10 ³	4,3*10 ¹
Екструдоване зерно пшениці збагачене 15 % дріжджованим зерном пшениці	1,5*10 ⁴	1,8*10 ²	1,8*10 ⁴	1,4*10 ²	8,5*10 ⁴	7,0*10 ³	8,4*10 ³	9,8*10 ¹	2,9*10 ⁴	5,3*10 ¹
Екструдоване зерно пшениці збагачене 20 % дріжджованим зерном пшениці	7,5*10 ⁴	1,5*10 ²	7,5*10 ⁴	1,7*10 ²	2,3*10 ⁴	1,7*10 ⁴	4,5*10 ³	5,9*10 ²	8,1*10 ³	3,6*10 ¹

Санітарну якість та ефективність зберігання зерна підвищеної кормової цінності оцінювали за мікробіологічними показниками протягом 4-х місяців зберігання. Оскільки зерно підвищеної кормової цінності – це екструдоване зерно пшениці, яке збагачене дріжджованим зерном пшениці, важливо було прослідити наявність мікроміцетів у процесі зберігання. Кількісно-якісний склад мікрофлори обробленого зерна в процесі зберігання наведено в табл. 3.

У процесі екструдкування в результаті впливу тиску та температури відбувається знезараження мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів у зерні пшениці. В процесі всього терміну зберігання відбувалось поступове зменшення кількості мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів, що пояснюється невисокою вологістю зерна та впливом високої температури та тиску при екструдванні.

Таким чином, рекомендовано зберігати екструдоване зерно пшениці підвищеної кормової цінності при відносній вологості 70...80 % та температурі навколишнього середовища (10 ± 2) °C без загрози погіршення його якості протягом 3-х місяців.

На основі отриманих даних можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що найбільшу кількість дріжджових клітин на одному й тому самому середовищі за тих самих умов можна отримати при застосуванні штаму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* виробництва Одеського заводу хлібопекарських пресованих дріжджів.

2. Вміст сирого протеїну зерна пшениці після дріжджування протягом 4-х годин при температурі 30 °C, рН-середовищі 4,5...5,5 та безперервному перемішуванні збільшився на 11 % (на суху масу) у порівнянні з приготовленим субстратом, який містив необроблене зерно.

3. Встановлено, що загальний амінокислотний склад екструдованого зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці, покращився за рахунок збільшення вмісту лізину на 33 %, метіоніну + цистину – 38 %, лейцину – 35 %, ізолейцину – 22 %, треоніну – 29 %, валіну – 28 % та фенілаланіну + тирозину – 25 %.

4. Встановлено строки зберігання зерна підвищеної кормової цінності за відносної вологості повітря 70...80 % та температурі навколишнього середовища (10 ± 2) °C протягом 3-х місяців, які не призводять до погіршення основних показників якості.

Література

1. Промышленная микробиология: учеб. пособие для вузов по спец. «Микробиология» и «Биология» / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др., Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989. – 688 с.
2. Хіміч, В. Біологічно повноцінні комбікорми / В. Хіміч, І. Величко, О. Хіміч // Зерно і хліб. – 2001. – № 4. – С. 24.
3. Экспертиза кормов и кормовых добавок: учеб.-справ. пособие / К.Я. Мотовилов, А.П. Булатов, Н.Н. Ланцева и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 303 с.
4. Адаменко Т. Влияние погодных условий на формирование урожая зерновых в 2007 году // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 5. – С.12-13.
5. Резервы кормопроизводства (дрожжевание отходов полеводства). – Фрунзе, 1983. – 9 с.
6. Свеженцов А.И., Коротко В.Н. Нетрадиционные кормовые добавки для животных и птицы. – Днепропетровск, 2004. – 170 с.
7. Єгоров, Б.В. Біотехнологічні засоби збагачення концентрованих кормів мікробіологічним білком [Текст] / Б.В. Єгоров, О.М. Кананихіна, Т.М. Давиденко // Зернові продукти і комбікорми. – 2008. – №2. (30). – С. 27-30.
8. Єгоров, Б.В. Біотехнологія підвищення кормової цінності концентрованих кормів [Текст] / Б.В. Єгоров, О.М. Кананихіна, Т.М. Давиденко // Хранение и перераб. зерна. – 2008. – № 7(109). – С. 55-57.
9. Шаповаленко, О.І. Екструдовані зернові продукти підвищеної кормової цінності [Текст] / О.І. Шаповаленко, О.Ю. Супрун-Крестова // Хранение и перераб. зерна. – 2004. – № 12. – С. 42.
10. Борисова, С.В. Использование дрожжей в промышленности [Текст] / С.В. Борисова, О.А. Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.
11. Производство хлебопекарных дрожжей [Текст] / Н.М. Семихатова, М.Ф. Лозенко, Л.Д. Белова и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.

УДК 005.93-025.13:636.085.55

ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

**Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, член-кор. НААН України, заслужений діяч науки і техніки,
Чайка І.К., канд. техн. наук, доцент, Браженко В.Є., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Наведені варіанти проектних розробок компонування обладнання на комбікормових підприємствах. Комплексний інноваційний підхід до компонування обладнання при реконструкції, технічному переоснащенні діючих комбікормових підприємств з урахуванням фізичних властивостей сировини, якісних пока-

зників готової продукції забезпечує підвищення ефективності технологічних процесів виробництва комбікормів.

The resulted variants of project developments of arrangement of equipment are on mixed fodder enterprises. The complex innovative going is near arrangement of equipment at a reconstruction, technical retooling of operating mixed fodder enterprises taking into account physical properties of raw material, high-quality indexes of ready of the prepared products, provides the increase of efficiency of technological processes of production of the mixed feeders.

Ключові слова: проектування, компонування, обладнання, технологічні процеси, комбікормові підприємства.

Однією з найважливіших умов виробництва продукції тваринного походження є виробництво високоякісної комбікормової продукції на підприємствах комбікормової галузі. Отримання високоякісної комбікормової продукції та зниження її собівартості залежить від рівня організації технологічного процесу виробництва, технічного стану обладнання, рівня автоматизації всіх процесів, гнучкості системи керування. Підвищення якості комбікормів, їх продуктивної дії та зниження питомих витрат на виробництво одиниці продукції, забезпечення конкурентоспроможності на ринках можна досягти при впровадженні технологій на основі порційного принципу. Такі технології передбачають порційний принцип подрібнення зернової та іншої сировини, що дозволяє не тільки значно скоротити кількість технологічних потоків, а відтак і технологічного, транспортного, аспіраційного та іншого обладнання і зменшити витрати на його обслуговування [1]. Технологічні процеси підготовки і виробництва готової продукції на основі порційного принципу організують при застосуванні комплектів обладнання для комбікормових заводів такими провідними машинобудівними та комплектаційними компаніями світу, як Buhler AG (Швейцарія), групи підприємств Amandus Kahl (Німеччина), Van Aarsen (Нідерланди), Andritz Sprout A/S (Данія), «Сімбрія» (Данія), Wynveen International (Нідерланди), Awila (Німеччина), Ottevanger millingeng (Нідерланди), «СРМ» (США) та ін. [1, 2, 3]. Проблеми впровадження новітніх технологічних процесів підготовки сировини на діючих підприємствах при їх реконструкції та технічному переоснащенні залишаються актуальними. Це обумовлено компонуванням обладнання за схемами технологічних процесів виробництва комбікормів діючих комбікормових підприємств, у яких найчастіше застосовані технології з окремою підготовкою сировини та підготовка сировини у складі попередніх сумішей. До таких підприємств належать комбікормові заводи, які побудовані за типовим проектом, продуктивністю 315 т/добу зі збільшенням після реконструкції до 560, 630 т/добу. Сьогодні при реконструкції комбікормових заводів та будівництві нових виробничих цехів підприємств із впровадженням технологій на основі порційних принципів підготовки сировини та виробництва комбікормової продукції загострюються проблеми формування порцій: зернової сировини, шротів, висівок; білкової, мінеральної сировини; мікрокомпонентів; підвищення ефективності технологічних процесів; покращення показників використання техніко-технологічних комплексів та поліпшення умов технічного обслуговування [4, 5].

Тому метою роботи є підвищення ефективності технологічних процесів підготовки порцій сировини, виробництва комбікормів.

Для досягнення мети поставлені завдання:

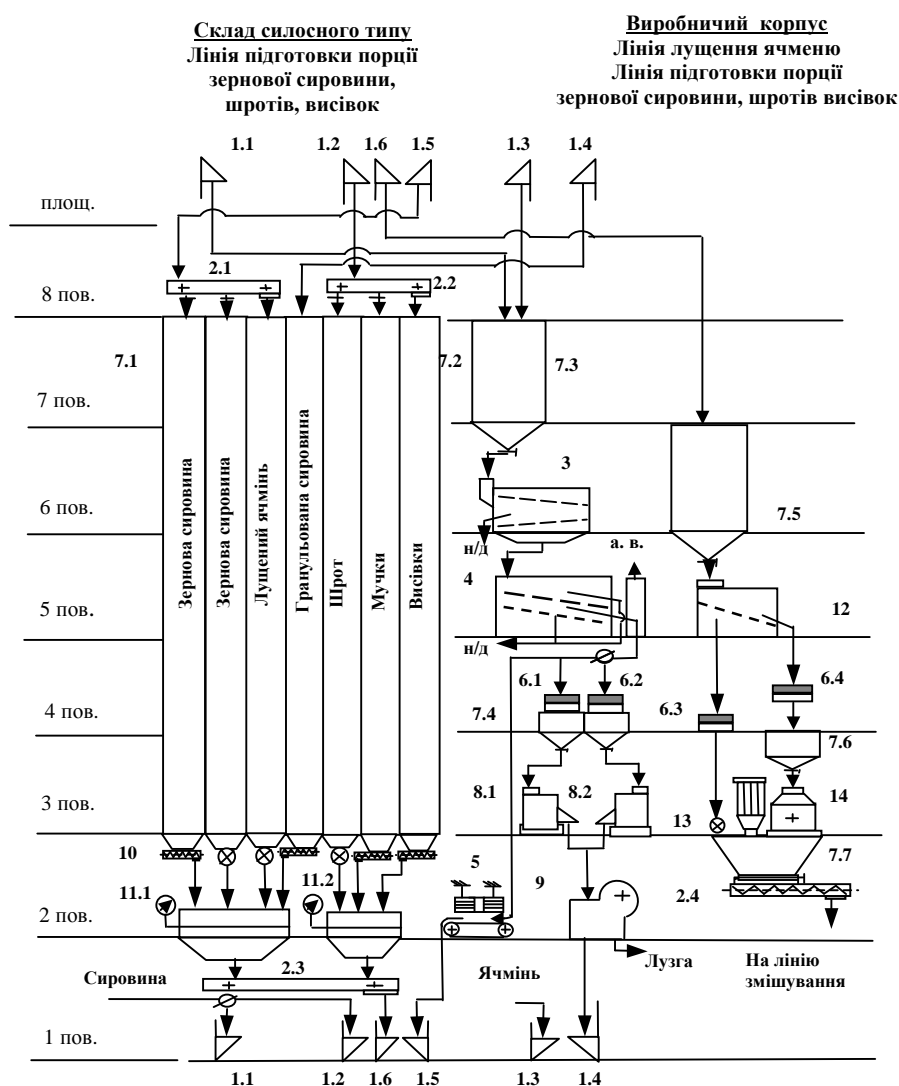
— проаналізувати варіанти проектних рішень компонування обладнання на діючих комбікормових підприємствах;

— розробити варіанти компонування обладнання у складі техніко-технологічних комплексів з раціональним використанням виробничих площ при реконструкції комбікормових заводів діючих підприємств та будівництві нових цехів з урахуванням фізичних властивостей сировини, яка надходить до складу порцій компонентів.

За аналізом технічного стану діючих комбікормових підприємств та завантаження запроектованої потужності використання потужностей устаткованого обладнання досягає від 20 % до 30 %. Схеми технологічних процесів підготовки сировини та виробництва комбікормової продукції на комбікормових заводах, побудованих за типовими проектами (ДП «Куліндорівський КХП» та ін.), передбачають формування попередніх сумішей зернової сировини у складі силосного типу та білкової, мінеральної сировини в цеху попередніх сумішей з подальшою подачею їх у виробничий корпус. Компоненти попередньої суміші зернової сировини (пшеницю, кукурудзу, ячмінь, лущений ячмінь та ін. в залежності від призначення готової продукції відповідно до складу рецептів) дозують на багатокомпонентному дозаторі марки АД-2000-2К. За схемою лінії підготовки попередньої суміші зі складу силосного типу попередня суміш зернової сировини 2-ма норіями продуктивністю 100 т/год надходить у виробничий корпус та послідовно спрямована на електромагнітний сепаратор продуктивністю 50 т/год для відокремлення металевих домішок, до скальператора для очищення від грубих домішок, в оперативні наддобрарні бункери та на 3 мо-

лоткові дробарки продуктивністю по 20 т/год. Здрібнені компоненти попередньої суміші 3-ма норіями продуктивністю 100 т/год подають у наддозаторні бункери головної лінії дозування та змішування. Компонування обладнання лінії лушення ячменю: ячмінь зі складу силосного типу норією продуктивністю 100 т/год надходить до скальператора, в оперативний бункер, на магнітні сепаратори, на 4 луцильні машини, на 2 аспіратори для очищення ядра ячменю від лузги; очищене ядро ячменю надходить в оперативний бункер та норією продуктивністю 100 т/год спрямоване в оперативні наддробарні бункери та на молоткову дробарку продуктивністю по 20 т/год. Компонування транспортного обладнання продуктивністю 100 т/год з технологічним обладнанням продуктивністю від 20 т/год до 100 т/год призводить до нестабільної роботи відповідних систем та знижує ефективність технологічних процесів очищення компонентів від домішок, здрібнення компонентів (ядро лушеного ячменю окремо здрібнюють), підвищує питомі витрати електроенергії на технологічні процеси, що збільшує собівартість продукції, погіршує якісні показники комбікормів.

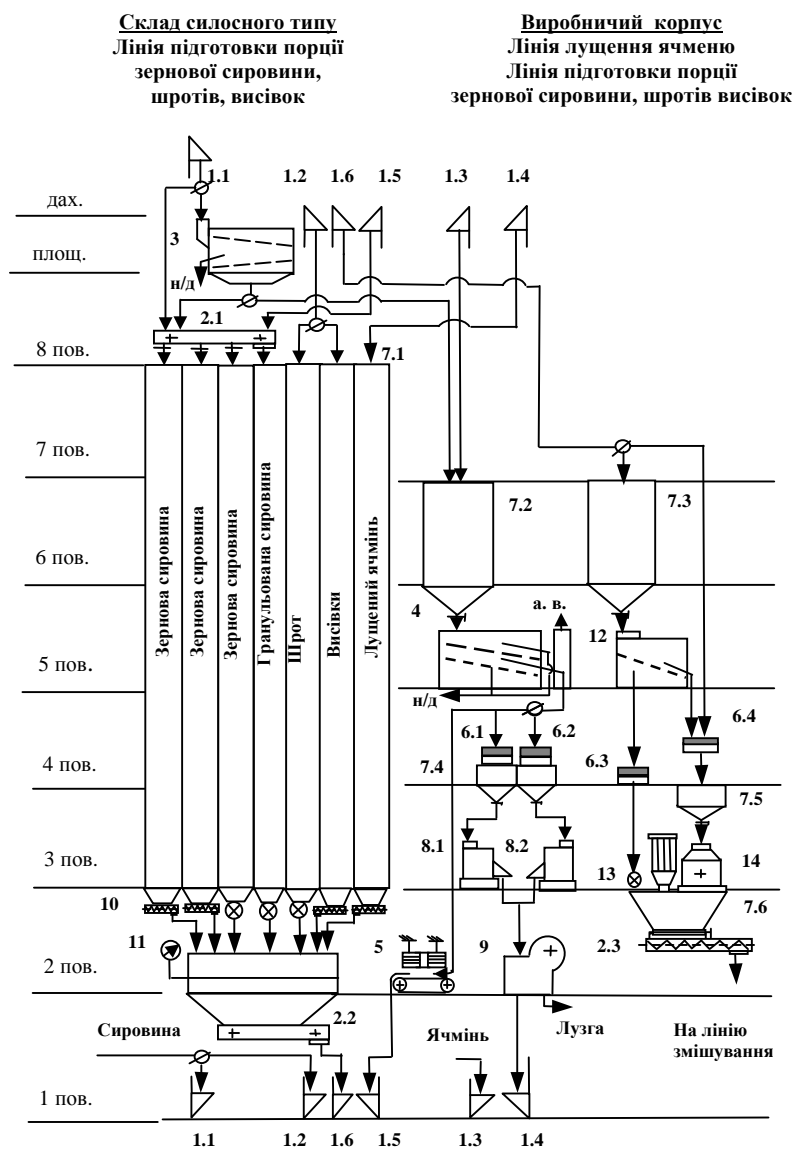
Реконструкцію та технічне переоснащення діючих комбікормових підприємств доцільно здійснювати на підставі науково-технічного обґрунтування компонування обладнання, за досвідом розробок відомих фахівців провідних організацій, компаній, фірм [1, 4, 6, 7]. У наш час має широке розповсюдження організація технологічного процесу виробництва комбікормової продукції на основі порційного принципу. За розробками проектних організацій відомих світових компаній, фірм були проведені реконструкції та технічне переоснащення ПАТ «Миронівський ЗВКК», ТОВ «Катеринопільський елеватор», ПАТ ДПЗК України «Ізюмський КХП», будівництво комбікормового заводу ТОВ «Агротрейд-Юг». На підприємствах при реконструкції, технічному переоснащенні встановлено обладнання відомих світових виробників, фахівців компаній «Buhler» (Швейцарія), датської фірми «ANDRITZ», «Van Aarsen» (Нідерланди), групи підприємств КАНЛ (Німеччина), «СРМ» (США) [1, 2, 3]. Організація технологічних процесів підготовки та виробництва комбікормів на основі порційного принципу дозволяє розширити асортимент готової продукції: передстартові комбікорми, стартові комбікорми, комбікорми-гроуери, продукційні комбікорми, комбікорми-фінішери. Комбікормова продукція за показниками якості відповідає вимогам стандартів та має високу продуктивну дію. Сьогодні проектні розробки реконструкції діючих підприємств передбачають зниження продуктивності комбікормових заводів, цехів до 20 т/год, що дозволяє забезпечити гнучкий режим роботи цехів з урахуванням обсягів виробництва та попиту продукції на ринках збуту. Варіанти технічного переоснащення лінії підготовки попередніх сумішей зернової сировини для організації лінії підготовки порції зернової сировини, шротів, висівок наведені на рис. 1, 2. Організація технологічного процесу підготовки сировини за схемою (рис. 1) передбачає компонування зерноочисного обладнання: скальператора (3), сито-повітряного сепаратора з 2-ма секціями (4), електромагнітного сепаратора (5), на яких відбувається очищення зернової сировини від некормових домішок (грубих, дрібних, зернового пилу, металевих) з ефективністю до 90...95 %. Установлення оперативного бункера (7.3) перед зерночисним обладнанням забезпечує стабільність роботи всього техніко-технологічного комплексу. При виробництві продукції для молодняка сільськогосподарських тварин та птиці очищене зерно ячменю після сито-повітряного сепаратора із застосуванням однієї секції (4) спрямовують на магнітні сепаратори (6.1, 6.2) для контролю вмісту металевих домішок, в оперативні бункери (7.3), в луцильні машини (8.1, 8.2), в аспіратор (9), на якому відокремлюють ядро лушеного ячменю від лузги. Компонування луцильного комплексу в такій послідовності забезпечує ефективність технологічного процесу лушення ячменю до 90 % та стабільність роботи обладнання. Підготовлені зернові компоненти норією (1.5) та транспортером (2.1) завантажують у наддозаторні бункери (7.1), днища яких мають живильники (10). За складом рецепту в залежності від призначення продукції формування порції зернової та гранульованої сировини (трав'яної муки, висівок, шротів) і дозування компонентів відбувається на багатокомпонентному дозаторі (11.1). Сировина (шрот, висівки, мучки), що надходить на підприємство у розсипному вигляді норією (1.2) та транспортером (2.2), спрямована в окремі наддозаторні бункери (7.2), які мають віброрднице та живильники. Дозування сировини відбувається на багатокомпонентному дозаторі (11.2.). Порцію зернової сировини, шротів, висівок транспортером (2.3) та норією (1.6) подають в оперативний бункер (7.5) комплексу порційного здрібнення, до складу якого входить просіювальна машина (12), магнітні сепаратори (6.3, 6.4), оперативний бункер (7.6), порційний вузол здрібнення (молоткова дробарка, точковий фільтр, шлюзові затвори, оперативний бункер, гвинтовий конвеєр). Компонування обладнання комплексу порційного здрібнення за таким варіантом забезпечує високу ефективність технологічного процесу здрібнення (отримання частинок певного розміру за модулем крупності), стабільність роботи системи, зниження питомих витрат електроенергії на 30...35 % [1].



1 – норії; 2 – транспортери; 3 – скальператор; 4 – сито-повітряний сепаратор (2 секції);
 5 – електромагнітний сепаратор; 6 – магнітні сепаратори; 7 – бункери; 8 – луцильні машини;
 9 – аспіратор; 10 – живильники; 11 – багатокомпонентний дозатор;
 12 – просіювальна машина; 13 – шлюзовий затвор; 14 – вузол порційного здрібнення.

Рис. 1 – Поверхова схема лінії підготовки порції зернової сировини, шротів, висівок (варіант 1)

Для технічного переоснащення комбикормових підприємств, на яких формування попередніх сумішей зернової сировини та дозування компонентів відбувається на одному багатокомпонентному дозаторі, який розташований на 2-му поверсі складу силосного типу, доцільно застосувати організацію технологічного процесу підготовки порції зернової сировини, шротів, висівок за варіантом 2 (рис. 2). Особливістю проектних рішень компонування обладнання та технології підготовки компонентів полягає в розташуванні скальператора (3) на площадці 8-го поверху складу силосного типу, а сито-повітряного сепаратора з 2-ма секціями (4), електромагнітного сепаратора (7.1) – на поверхках виробничого корпусу. Установлення перекидних клапанів після норії (1.1), скальператора (3) забезпечують гнучкість схеми технологічних процесів підготовки сировини. За допомогою перекидних клапанів виконують окреме очищення зернової сировини від некормових домішок та враховують фізичні властивості шротів, висівок, їх вигляд. При надходженні сировини у гранульованому вигляді норія (1.1) та транспортер (2.1) завантажують наддозаторні бункери (7.1), а у розсипному вигляді норія (1.2) завантажує інші наддозаторні бункери складу силосного типу. Формування та дозування порції зернової сировини, шротів, висівок за складом рецепту виконують на багатокомпонентному дозаторі (11). Транспортером (2.2) та норією (1.6) порція зернової сировини, шротів, висівок надходить в оперативний бункер (7.3) або на магнітний сепаратор (6.4) комплексу порційного здрібнення.



1 – норії; 2 – транспортери; 3 – скальператор; 4 – сито-повітряний сепаратор (2 секції);
 5 – електромагнітний сепаратор; 6 – магнітні сепаратори; 7 – бункери; 8 – лушильні машини;
 9 – аспіратор; 10 – живильники; 11 – багатокомпонентний дозатор;
 12 – просійувальна машина; 13 – шлюзовий затвор; 14 – вузол порційного здрібнення.

Рис. 2 – Поверхова схема лінії підготовки порції зернової сировини, шротів, висівок (варіант 2)

Висновки

1. Компонування обладнання за варіантом 1 дозволяє підвищити ефективність технологічних процесів підготовки сировини, забезпечити стабільність роботи технологічних систем, створити умови для енергозбереження підприємства, а при застосуванні частотних перетворювачів зменшити витрати електроенергії в пусковому режимі електродвигунів обладнання в 2...2,5 рази [6, 7].

2. Проектні рішення компонування обладнання за варіантом 2 поряд із вищезазначеними перевагами дозволяють урахувати фізичні властивості сировини та в якому вигляді вона надходить на підприємство (розсипному або гранульованому), застосувати установлене обладнання підприємства, зменшити коефіцієнт використання об'ємів виробничого корпусу.

3. Розробка інших варіантів проектних рішень компонування обладнання технологічних процесів підготовки та виробництва комбікормової продукції може бути з урахуванням схем технології підготовки сировини, асортименту готової продукції, особливостей конструктивних елементів будівлі виробничого корпусу, складів силосного типу, підлогового зберігання продукції комбікормових підприємств.

Література

1. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. – Одеса.: Друкарський дім. – 2011. – 448 с.
2. Єгоров Б.В. Опыт эксплуатации комбикормовых заводов IV поколения / Б.В. Єгоров, Н.В. Ворона // Зернові продукти і комбікорми, 2011. – №4. – С. 24-29.
3. Сизиков К. Богдановичский ККЗ: постоянное развитие – ключ к успеху // Комбикорма, 2012. – №2 – С 47-48.
4. Гросул Л.Г. Удосконалення агрегатного устаткування та компоновка транспортно-функціональних комплексів / Л.Г. Гросул, О.І. Гапонюк, Г.А. Мосієнко, Г.А. Гончаренко // Зернові продукти і комбікорми, 2011. – №3. – С. 48-50.
5. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції: затв. наказом Агропромислового комплексу України 20.03.98. – Київ: МАКУ і КІХ, 1998. – 256 с.
6. Єгоров Б.В. Математичне моделювання технологічного процесу змішування преміксів / Б.В. Єгоров, О.Г. Бурдо, В.Є. Браженко // Зернові продукти і комбікорми. – 2004. – № 3. – С. 44-48.
7. Єгоров Б.В. Методика розрахунку витрат енергії на технологічний процес змішування комплексних наповнювачів преміксів / Б.В. Єгоров, О.Г. Бурдо, В.Є. Браженко // Наукові праці ОНАХТ/МОіНУ. – 2004. – № 27. – С. 36-41.

УДК [636.085.55:636.4]:577.15-021.633

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ У КОМБІКОРМАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ, ЯКИХ ВИРОЩУЮТЬ НА ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСАХ

Єгоров Б.В., д-р. техн. наук, професор, Макаринська А.В., канд. техн. наук, доцент,
Воєцька О.Є., канд. техн. наук, доцент, Лапінська А.П., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті проаналізовано досвід використання у тваринництві ферментних препаратів мікробіологічного походження, визначено основні функції кормових ферментних препаратів та обгрунтовано доцільність їхнього використання у поєднанні зі способами теплової обробки з метою максимального використання поживних речовин корму та стимулюванням розвитку власної ферментної системи поросят; розраховано рецепти комбікормової продукції.

The article analyzes the experience of use in animal enzyme preparations mikrobiological origin, are the main functions of feed enzyme preparations, and the expediency of their use in combination with heat treatment methods, including maximum use of nutritional food and stimulation of its own enzyme system generated A-syat; calculated recipes animal feed products.

Ключові слова: ферментні препарати, особливості травлення свиней, поросята.

Виробництво продуктів харчування, особливо м'яса, в різних країнах світу завжди було й залишається одним із пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства. Свинина є основою світового м'ясного балансу, на неї припадає нині близько 39 % валового виробництва м'яса, а в деяких країнах – майже 60...80 % загального виробництва.

Тваринництво є однією з провідних галузей агропромислового комплексу України, яка забезпечує виробництво продукції тваринного походження в обсягах, що відповідають показникам продовольчої безпеки і забезпечують можливість її експорту. Частка продукції тваринництва у структурі вітчизняної валової продукції сільського господарства має тенденцію до зниження, в 1990 році цей показник становив 32 %, в 2006 – 21 %. Експорт м'яса з України в 2002...2004 році коливався на рівні 82...184 тис. т, що становить 5...11 % від виробництва; в 2006 році знизився до 29 тис. т через обмеження реалізації на ринку Росії. Імпорт м'яса в Україну в 2002...2007 році становив 85...366 тис. т; в загальній структурі свинина становить 30 % [1].

В Україні за останні кілька років намітилась тенденція до збільшення інвестицій у свинарство, але ціни на свинину на внутрішньому ринку поки що перевищують європейські на 30...50 %. Один із можливих шляхів здешевлення виробництва – впровадження ресурсо- та енергоощадних технологій. Це, окрім зниження собівартості свинини, посприє підвищенню її якості, конкурентоспроможності й водночас зменшить вплив на довкілля. Енергоощадні технології дають можливість зменшити витрати на výro-

бництво 1 ц свинини: електроенергії – на 19 %, коштів на оплату праці – на 2 %. Зменшення собівартості продукції становить, відповідно, 6,7 %.

Збільшення виробництва продуктів свинарства найбільш можливе завдяки застосуванню нових технологій і впровадженню досягнень наукових розробок повноцінної годівлі тварин. Одним із головних напрямів підвищення продуктивності свиней та ефективного використання кормів є повноцінна годівля і насамперед забезпечення їх необхідною кількістю поживних та біологічно активних речовин, які є каталізаторами обмінних процесів в організмі сприяють реалізації функціональних резервів організму, формуванню стійкого імунітету, покращенню фізіологічного стану [1, 2].

Крім того, концепція сучасної науки про годівлю сільськогосподарських тварин передбачає організацію науковообгрунтованої годівлі не тільки в повному забезпеченні тварин необхідними кормами, але й у тім, щоб допомогти їм засвоїти з раціону максимально можливу кількість поживних речовин. Для цього необхідно усунути в кормах фактори, що стримують розщеплення, перетравність і засвоєння білків, ліпідів і вуглеводів, фактори, що ведуть до виникнення захворювань, відходу тварин, що знижують відтворну функцію й ін.

Результати досліджень, проведених у країнах СНД та за кордоном в останні роки, свідчать про перспективність використання ферментних препаратів у свинарстві. В організації годівлі свиней необхідно враховувати анатомо-фізіологічні особливості їхнього травного тракту. Це зумовлює характер годівлі тварин, а їхні раціони повинні містити у собі корми, збагачені легкоперетравними вуглеводами, повноцінними білками з низьким умістом клітковини [3, 4, 5].

Враховуючи вищевказане, метою роботи було обгрунтування доцільності використання ферментних препаратів у комбікормовій продукції для поросят, яких вирощують на тваринницьких комплексах.

Досвід використання у тваринництві ферментних препаратів мікробіологічного походження має багаторічну історію. Доцільність застосування ферментних препаратів обумовлена необхідністю внесення до складу раціонів сільськогосподарських тварин місцевих зернових кормів із високим вмістом важкогідролізованих і інгібуючих речовин, що порушують процеси травлення, знижують продуктивність і підвищують витрати кормів, а також недосконалістю ферментної системи органів травлення у молодняка (Петрухін І.В., 1976, 1989; Єздаков М.В., 1976; Дюкарев В.В., 1985; Квасницький О.В., 1951; Галочкін В.А., 1980, 1985, 1990; Могиленко А.Ф. 1989). Особливе значення застосування ферментних препаратів актуальне для моногастричних тварин (свиней) через відсутність у їхньому організмі відповідних ферментів для руйнування міжклітинних стінок зерна, які виробляються мікрофлорою шлунково-кишкового тракту в жуйних тварин. (В.І. Фісінин і ін., 2003; А.Б. Мальцев і ін., 2005).

Некрохмальні полісахариди, так само як речовини, що входять до складу сирової клітковини, відносяться до структурних утворень, які погано або зовсім не перетравлюються ферментами шлунково-кишкового тракту моногастричних тварин. Входячи до складу міжклітинних стінок зерна, вони обмежують доступ ендогенних ферментів усередину клітин для перетравлювання в них крохмалю, протеїну, жиру й інших поживних речовин. У процесі травлення некрохмальні полісахариди підвищують в'язкість хімусу в шлунково-кишковому тракті, що призводить до погіршення конверсії корму Споживання полісахаридів у більших кількостях у складі сухих кормів призводить до набрякання у шлунку до значних об'ємів і може викликати у тварини почуття псевдонасичення, незалежно від калорійності їжі. Порушується моторика кишечника, затримується проходження по травному тракту корму, призводить до розмноження патогенних мікроорганізмів. Всі згадані вище проблеми пов'язані з використанням у раціонах свиней сухих концентрованих кормів із високим вмістом некрохмальних полісахаридів, основна маса яких представлена целюлозою, бетаглюканами, арабіноксиланами, пектинами (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст некрохмальних полісахаридів в зерні, %

Вид зерна	Арабіноксилани	β-глюкани	Целюлоза	Пектинові речовини	Загальний вміст некрохмальних полісахаридів
Пшениця	5,9...5,5	0,2...1,5	2,0...3,0	0,1	10,0...11,0
Ячмінь	5,0...7,0	4,0...10,0	3,5...7,0	0,2	15,0...16,5
Кукурудза	4,0...4,3	–	2,0...2,5	0,1	6,0...7,0
Жито	7,5...10,0	2,0...4,5	1,5...2,5	5,0...8,5	16,0...18,0
Тритікале	5,5...7,0	0,2...2,0	2,0...2,5	2,0...3,0	10,0...14,0

Вирощування молодняка – найважливіший етап у тваринництві, від результатів якого залежать кінцеві зоотехнічні та економічні показники галузі. Тому питанню вирощування молодняка, особливо організації його повноцінної годівлі, слід приділяти максимум уваги, особливо це актуально за умови низького рівня споживання корму (табл. 2) [3, 4].

Таблиця 2 – Схема розподілу споживання корму

Етапи годівлі	Фази	Вага тварин, кг	Кількість корму, кг	Процент споживання корму від загального за весь період
Стартери	1	5,5... 6,8	1,8	0,5
	2	6,8... 11,4	6,8	2,0
	3	11,4... 22,7	22,7	6,0
Гроуери	1	22,7... 36,4	24,5	8,0
	2	36,4... 54,5	50,0	14,0
Фінішери	1	54,5... 77,3	72,8	20,0
	2	72,3... 104,1	118,2	33

Академік О.В. Квасницький (1958) сформулював положення, відповідно до якого до трьох місяців швидкість росту свиней обмежується можливостями шлунково-кишкового тракту, а після цього віку лімітуючим стає обмін речовин. Виходячи із цього, удосконалення рецептури комбікормів і прогнозування можливостей тварин кожного віку переварювати пропонований йому раціон із конкретним кількісним набором і якісним складом поживних речовин неможливо без аналізу реальних травних здатностей, які визначаються, насамперед, кількісним і якісним складом продуктованих ферментів і закономірностями їхнього функціонування.

Біологічні особливості новонароджених тварин – це анатомічно та функціонально нерозвинена система травлення в порівнянні з дорослими тваринами. До 3-х тижневого віку в шлунку поросят не виробляється соляна кислота, без якої ферменти шлункового соку (пепсин і трипсин), що перетравлюють білки, ліпаза, що розщеплює жири, не можуть нормально функціонувати. Низька кислотність є оптимальним середовищем для росту патогенних бактерій: кишкової палички, стафілококів, клостридій. Патогени руйнують поверхневий шар кишкових ворсинок, знижують засвоєння поживних речовин, конверсію корму й добові прирости. Крім того, полегшується проникнення хвороботворних мікробів у кров, поросята стають уразливими для шлунково-кишкової патології. Шлунковий сік молодняку тварин позбавлений бактерицидних властивостей і тому захворювання, пов'язані з розладом нормальної функції органів травлення, є причиною великого економічного збитку: відхід, витрати на ліки, зниження продуктивності й збільшення витрати кормів на приріст [3, 4].

Система травних (ендогенних) ферментів поросят не справляється із важкогідролізними компонентами корму, що містяться в зернових і бобових кормах, ефективність функціонування травної системи тварин знижується. Крім цього, власна природна ферментна система може слабшати на ранніх стадіях розвитку, при стресах і деяких захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Введення екзогенних ферментів дозволяє частково вирішити проблеми травлення у тваринництві.

Будучи речовинами білкової природи, ферменти безпечні для організму й не залишають ніяких слідів у продуктах тваринництва.

У цілому, можна виділити такі основні функції кормових ферментних препаратів:

- усунення негативного ефекту антипоживних некрохмальних полісахаридів, підвищення перетравності поживних речовин;
- збільшення доступності крохмалю, протеїну, жирів для впливу власних ферментів травного тракту, вивільнення й краще засвоєння додаткової обмінної енергії, зростання кормової цінності раціонів;
- доповнення власної ферментної системи тварин;
- зниження в'язкості хімусу, поліпшення мікрофлори кишечника, зниження рівня кишкових захворювань тварин і птиці;
- збільшення збережаності молодняку й дорослого поголів'я;
- зростання продуктивності тварин при незмінних раціонах;
- використання більш дешевих кормів без втрати продуктивності;
- зменшення кількості й вологості калу й вологості підстилки;
- поліпшення екологічної обстановки навколишнього середовища за рахунок більш глибокого засвоєння азоту й фосфору організмом тварин і зниження викиду цих речовин у навколишнє середовище.

Перераховані функції ферментних препаратів і їхні покращення у виробничих, економічних і господарських показниках у тваринництві підтверджують доцільність і необхідність їхнього використання.

Найбільшими виробниками ферментних препаратів є такі компанії, як Finnfeeds International 49 %, Novo Nordisk 14 %, Kemin 7 %, Hoffman La Roche 5 %, Biocoon 5 % світового ринку. ТОВ ПО «Сиббіо-фарм» – лідер ферментного виробництва в Росії, найбільший вітчизняний виробник ферментних препаратів – державне підприємство «Ензим».

Ферментні препарати вводять у комбікорми в основному у складі преміксів. До складу преміксів найчастіше входять такі ферментні препарати вітчизняного виробництва, як протосубтилін ГЗХ, який містить протеолітичні ферменти (нейтральну та лужну протеазу) та незначну кількість амілолітичних ферментів; амілосубтилін ГЗХ, містить амілолітичні ферменти (α -амілазу, Р-глюконазу), незначну кількість протеолітичних ферментів, глюкоамілазу, до складу якого входить комплекс ферментів гідролітичної дії, які гідролізують крохмаль, крохмалевмісну сировину до глюкози; пектофоетидин ГЗХ – ферментний препарат, до складу якого входить комплекс пектолітичних ферментів: ендо-, екзополігалактуроназа, пектинестераза, які сприяють руйнуванню оболонки рослинних клітин; целотерин ГЗХ до складу якого

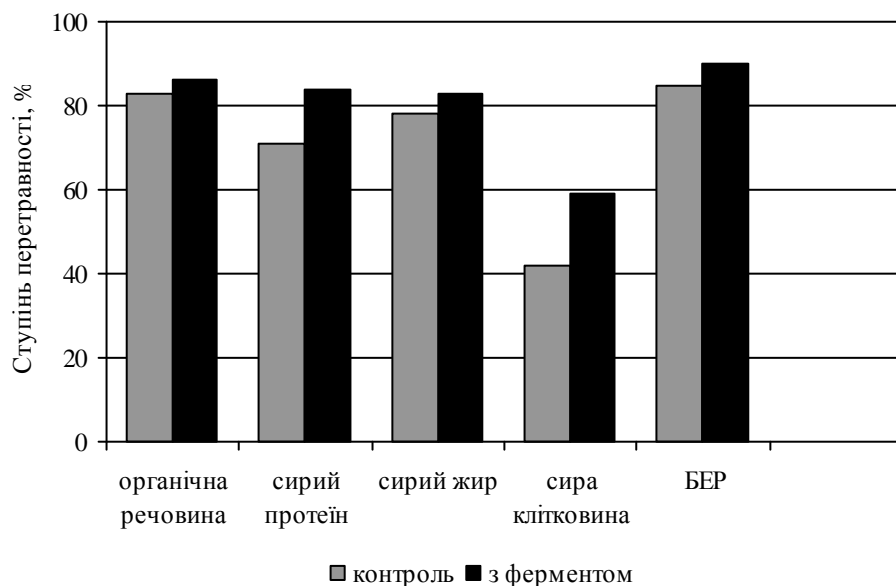


Рис. 1 – Вплив мультиензимного комплексу на перетравність поживних речовин поросятами 8-місячного віку

входить целюлолітичний фермент, здатний поступово розщеплювати целюлозу та геміцелюлозу до моносахаридів; мацеробацилін ГЗХ – комплекс пектолітичних ферментів, головним з яких є пектат-транселіміназа, котрі розпушують волокнисті частини рослин і поліпшують доступ до пектиназ та целюлаз [5, 6].

На сьогодні для підвищення перетравності й доступності кормів із низькою поживністю використовують ферментні препарати, що містять комплекс ферментів амілолітичної, пектолітичної, целюлолітичної й протеолітичної дії (Е.В. Удалова, 1998; М.О. Балакірєв, 2006) (рис. 1). Конкретний набір ферментів, що входять до складу таких препаратів, визначається видом тварини й характером кормів, сприяючи підвищенню ступеня розщеплення поживних речовин і росту секреторної функції власних ферментів. Критерієм відбору ферментів, що входять до складу мультиензимних комплексів, є їхня максимальна активність в умовах травної системи тварин (рН 3,0...8,0). З урахуванням вищевказаних вимог складені комплекси КЕМЗАЙМ: Кемзайм HF – для раціонів з високим вмістом клітковини (соняшниковий шрот, макуха, рапсовий шрот, макуха, висівки пшеничні, ячмінь і овес із плівками, трав'яне борошно). Містить велику кількість целюлази. Кемзайм W – для раціонів з переважним вмістом пшениці, жита, тритікале. Переважна активність – ксиланазна. Кемзайм В – для кормів із переважним вмістом ячменю й вівса. Містить велику кількість глюканази. Кемзайм ХР – для кормів на основі пшениці, жита, висівок. Крім основного набору ферментів, у комплекс включено фермент фітаза, що сприяє більш повному засвоєнню фосфору з основного раціону.

Зоотехнічними експериментами використання КЕМЗАЙМА W (рис. 2) встановлено: збільшення перетравності протеїну й доступності амінокислот, засвоєння яких збільшується на 4...5 %, зниження в'язкості вмісту кишечника,

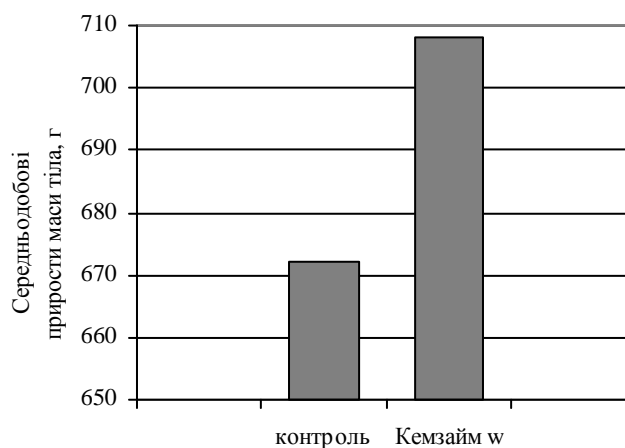


Рис. 2 – Ефективність використання Кемзайму W в годівлі свиней

зменшення на 5 % кількості виділеного калу й вмісту води в ньому, зменшення вмісту аміаку в повітрі виробничих приміщень, поліпшення санітарного стану тваринницьких приміщень, зменшення частоти кишкових захворювань, підвищення схоронності молодняку й дорослого поголів'я, збільшення живої маси

Поліферментний препарат "ГИМИЗИМ" у дозі 1 г на 1 кг зерна (in vitro) зменшує кількість нерозчинної фракції білка (до 1,2 раз), сирової клітковини й крохмалю (1,7 і 1,8 раз) і збільшує кількість сахарів (в 2,7 рази), вільних жирних кислот (пальмітинової – 1,4 рази, олеїнової – 2,8, лінолевої – 1,5 і ліноленової – 1,6 раз) і знижує в'язкість кормів (до 1,6 рази), при цьому оптимальним режимом ферментації є температура 50...55 °С, збільшує кількість еритроцитів до 26,9 і 14,6 %, гемоглобіну – 15,0 і 18,1 %, глюкози – 27,8 і 19,3 %, білка – 23,4 і 14,6 %, загального кальцію – 28,3 і 39,5 %, неорганічного фосфору – 27,4 і 37,9 %, Т- і У-лімфоцитів – 15,6 і 14,7 %, імуноглобулін G – 18,4 і 52,8 %, поліпшує фагоцитарну активність псевдоеозинофілів до 5,3 і 5,5 % [9].

Враховуючи актуальність забезпечення здорової життєдіяльності молодняку із формуванням нормального функціонування власної ферментної системи, доцільним є комплексне використання ферментних препаратів та препаратів, що стимулюють розвиток корисної мікрофлори кишечника. При годівлі поросят високопротеїновими кормами за низького рН шлунка, перетравність протеїну знижується, а бактерії можуть проникати далі в кишечник, негативно впливаючи на травний процес. Лактобацили й біфідобактерії володіють слабкою протеолітичною активністю, тому до складу пробіотиків, призначених для поросят старших 10-денного віку, рекомендується вводити бактерії з високими показниками ферментативної активності, здатні розщеплювати рослинні компоненти корму, протеїни й некрохмальні полісахариди.

Аналіз особливостей травлення поросят, технологічних факторів утримання, особливостей сировинної бази дозволив обґрунтувати та розробити рецепти комбікормової продукції для вказаного виду тварин (табл. 1, 2).

Розрахунок рецептів виконували для трьох вікових груп поросят: від 9 до 42 днів, від 43 до 50, від 51 до 60, від 61 до 104 днів з використанням програмного комплексу й оптимізації рецептів комбікормів "Корм Оптима". У табл. 1 представлений склад екструдованих композиційних сумішей і їхня поживність.

Таблиця 1 – Склад і поживність композиційних сумішей

Компоненти	Вміст, %					
	Вік, дні					
	9 – 30	31 – 42	43 – 50	51 – 60	61 – 104	
Ячмінь лущений	70,0	70,0	47,5	70,0	70,0	70,0
Кукурудза	15,0	15,0	47,5	15,0	15,0	15,0
Вісківи пшеничні	5,0	5,0	5,0	10,0	12,0	15,0
Горох	10,0	10,0	–	–	–	–
Насіння льону	–	–	–	5,0	3,0	–
	поживність					
Обмінна енергія Мдж/1 кг	15,1	15,1	15,1	15,9	15,8	15,8
Масова частка, %:						
сирового протеїну	13,5	13,5	11,4	13,4	13,3	13,1
сирового жиру	2,6	2,6	3,2	4,6	3,8	2,8
сирової клітковини	3,7	3,7	4,2	5,6	5,7	5,8
лізину	0,45	0,45	0,31	0,33	0,34	0,35
триптофану	0,14	0,14	0,11	0,13	0,13	0,13
метионіну+цистину	0,17	0,17	0,15	0,12	0,12	0,13
кальцію	0,14	0,14	0,13	0,25	0,30	0,36
фосфору	0,82	0,82	0,81	1,32	1,51	1,78
натрію	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
сирової золи	2,4	2,4	2,0	2,5	2,5	2,6
крохмалю	63,0	63,0	61,8	61,2	62,4	64,3

З аналізу табл. 1 можна зробити висновок, що композиційні суміші за вмістом енергії перевищують рекомендовані норми, що, на 36...43 %, за вмістом сирового протеїну, задовольняють потреби поросят, предстартери – на 61,4 %, стартери – 63,7...74,4 %, гроуери – на 77,0...78,2 %.

У табл. 2 представлено рецепти повнораціонних комбікормів з екструдованими композиційними сумішами, розраховані для поросят, яких вирощують у тваринницьких комплексах. Використання в складі комбікормів для поросят-сисунів гороху і соняшникової макухи разом з протеолітичним ферментом підвищує перетравність поживних речовин корму, сприятливо відображається на білковому обміні в їхньо-

му організмі, збільшує їх середньодобовий приріст на 9,8...12,2 %, забезпечує досягнення живої маси до відлучення в 60-денному віці до 17,8...18,2 кг [3].

Проблему максимального використання поживних речовин корму для поросят можна вирішувати, використовуючи способи теплової обробки і додаткове збагачення ферментними препаратами [7, 8, 9].

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Вирішення проблеми максимального використання поживних речовин корму дозволить не тільки збільшити кількість тваринницької продукції, але й забезпечить раціональне використання природних ресурсів.

2. Зміни у сировинній базі вимагають використання нетрадиційних кормових засобів що, в свою чергу, потребує вирішення проблем доступності поживних речовин особливо за умови використання сучасних порід тварин, які відрізняються заданими параметрами обміну та зниженням адаптаційних резервів.

3. Перспективним шляхом вирішення проблем доступності поживних речовин в раціонах поросят, яких вирощують на тваринницьких комплексах може бути використання ферментних препаратів.

Таблиця 2 – Рецепти й поживність повнораціональних комбікормів для поросят у віці від 9 до 104 днів, яких вирощують у тваринницьких комплексах

Компоненти	Вміст, %					
	Призначення комбікорму					
	предстартер		стартер		гроуер	
	Вік, дні					
	9 – 30	31 – 42	43 – 50	51 – 60	61 – 104	
Композиційна суміш	58,7	62,4	70,0	72,0	70,0	75,0
Шрот соняшниковий	6,6	3,9	8,0	10,0	9,9	7,9
Шрот соєвий	4,3	2,8	3,0	–	10,0	1,0
М'ясо-кісткова мука	–	–	–	2,0	2,0	3,0
Рибна мука	6,0	5,0	1,5	9,3	5,0	8,1
Кісткова мука	–	–	0,5	1,0	–	–
Дріжджі кормові	4,6	9,0	10,0	2,7	1,1	3,0
Насіння соняшника	–	–	–	–	1,0	1,0
Сухе молоко	16,0	15,9	6,0	2,0	–	–
Цукор	2,8	–	–	–	–	–
Премікс	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Всього	100	100	100	100	100	100
	поживність					
Обмінна енергія Мдж/1 кг	15,2	16,2	15,6	15,0	16,2	16,4
Масова частка, %:						
сирого протеїну	22,0	22,3	19,0	18,7	18,7	18,0
сирого жиру	2,4	2,4	2,4	4,9	4,3	4,0
сирої клітковини	3,5	3,4	4,0	4,3	3,7	4,0
лізину	1,25	1,24	0,95	1,0	0,99	0,93
триптофану	0,24	0,24	0,29	0,22	0,24	0,22
метионіну+цистину	0,83	0,76	0,62	0,71	0,71	0,58
кальцію	1,0	1,0	1,1	1,17	1,1	1,12
фосфору	0,9	0,9	0,93	0,97	1,55	0,9
натрію	0,26	0,24	0,37	0,5	0,45	0,45
сирої золи	3,17	3,59	1,49	3,01	2,3	2,3
крохмалю	48,0	50,0	49,0	49,0	46,0	46,0

4. Удосконалення рецептури комбікормів і прогнозування можливостей тварини кожного віку перетравлювати пропонований йому раціон із конкретним кількісним набором і якісним складом поживних речовин необхідно проводити за аналізом реальних травних здатностей, які визначаються, насамперед, кількісним і якісним складом продукуваних ферментів і закономірностями їхнього функціонування.

5. Для забезпечення здорової життєдіяльності молодняка із формуванням нормального функціонування власної ферментної системи, доцільним є комплексне використання ферментних препаратів та препаратів що стимулюють розвиток корисної мікрофлори кишечника.

Література

1. <http://www.svynarstvo.in.ua/teoriya/technologii/689-zbalansovana-godivlya> М. Бабенко Збалансована годівля у свинарстві – шлях підвищення рентабельності галузі.
2. <http://www.ukrexport.gov.ua/rus/economy/ukr/3031.html> Мясоперерабатывающая промышленность Украины.
3. Проваторов Г.В., Проваторова В.О. Годівля сільськогосподарських тварин: Підручник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 510 с.
4. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика: Навч. посіб. / О.М. Царенко, О.В. Крятов, Р.Є. Крятова та ін.; за ред. д.е.н., проф. О.М. Царенка. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 269 с.
5. Кононенко С.И. Способ повышения эффективности кормления свиней / С.И. Кононенко, Н.С. Паксютов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6(27). – С. 105–106.
6. Кононенко С.И. Ферментный препарат Роксазим G2 в комбикормах свиней // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – Краснодар. – 2011. – № 71(07). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/55.pdf>
7. Єгоров Б.В. Сучасні тенденції виробництва комбикормів для свиней / Б.В. Єгоров, О.Є. Воєцька, А.П. Лапінська // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2011. – Вип. 40. – Том 1. – С. 76 – 80.
8. Єгоров Б.В. Аналіз технологічних способів виробництва комбикормів для свиней / Б.В. Єгоров, О.Є. Воєцька, А.П. Лапінська // Зернові продукти і комбикорми. – 2011. – № 2. – С. 25 – 29
9. «Применение корма, обработанного полиферментным препаратом «Гимизим», при отравлении животных и кур тяжелыми металлами» / Патент RU 2308188. – Заявка № 2005 120763/13. – 05.07.2005. – Оpubл. 20.10.2007. – Бюл. № 29. – с 2.

УДК 636.085.552:636.7/8

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОГИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Бордун Т.В., канд. техн. наук, асистент,
Шарова А.І., наук. співробітник ПНДЛ
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто технологічні основи одержання фаршу (паштетної маси) при виробництві вологих комбікормів для домашніх тварин. Розроблено режим процесу термічної стерилізації вологих комбікормів для домашніх тварин у металевій тарі.

It is considered technological bases of receiving forcemeat (pashtetny weight) by production of damp compound feeds for pets. It is developed a mode of process of thermal sterilization of damp compound feeds for pets in metal container.

Ключові слова: фарш, стерилізація, вологий комбікорм, домашні тварини, технологія.

Домашні тварини, як і все живе, потребують повноцінних кормів для підтримання життєдіяльності і здоров'я. Їжа повинна містити всі компоненти, необхідні для вироблення енергії, росту, регенерації тканин, а також для регулювання обміну речовин. Відповідно до вимог норм і рекомендацій годівлі нами було розроблено рецепти повнораціонних вологих комбікормів для домашніх тварин (котів та собак) і запропоновано технологію їх виробництва. Процес виробництва вологих комбікормів для домашніх тварин складається з таких основних етапів, як підготовка вихідної сировини, приготування фаршу та стерилізація. Першочергово при розробці технології було досліджено особливості підготовки зернових компонентів, суміші сухих незернових компонентів та вологої сировини. Метою цих досліджень стало вивчення технологічних основ приготування фаршу (паштетної маси) та розробка режиму стерилізації вологого комбікорму для домашніх тварин на основі вітчизняної сировини.

Фарш (паштетну масу) одержують у результаті інтенсивного руйнування структури тканин м'ясої сировини (м'яса, м'ясних субпродуктів) та/або рибної сировини (риби та рибних відходів) з додаванням суміші сухих компонентів і бланшованих овочів. Утворена вторинна система забезпечує міцне зв'язування води (кісткового бульйону) та жиру у вигляді жирової композиції (ЖК).

Дисперсне середовище фаршу складається з розчинних саркоплазматичних, солерозчинних і міофібрилярних білків, низькомолекулярних сполук органічного та неорганічного походження, білків та вуглеводів рослинного походження, а також добавленого при кутеруванні кісткового бульйону та ЖК. Волога бульйону зв'язується з білками та вуглеводами, утворює гель або матрицю, в якій утримуються частки дисперсної фази.

Дисперсна фаза складається з емульсованих частинок жиру, оточених розчинним міозином, набухлих часток м'язових і з'єднувальнотканинних волокон різного розміру, а також желеутворенню колагену та ксерогелю, утвореного вуглеводами.

Специфіка структуроутворення полягає в утворенні емульсії жиру, желеутворенні колагену та ксерогелю. М'ясні та рибні компоненти, які використовуються при виробництві вологих комбікормів для котів та собак з класу економічних, часто являють собою субпродукти з невисокими вихідними функціональними властивостями, тому у їх складі роль емульгатора виконують рослинні білки. У складі вологих комбікормів класу звичайних та першосортних роль емульгатора виконують білки печінки та м'яса.

Також у структуроутворенні велику роль відіграє введення до складу фаршу суміші екструдованих зернових компонентів, яка являє собою ксерогель, який інтенсивно набухає у воді і має високу водо- та жирозв'язувальну здатність.

Формування студневого каркасу у складі фаршу відбувається і за рахунок введення бланшованих овочів, оскільки до їх складу входить пектин, який має здатність до желеутворення, а також крохмаль.

Важливим фактором, який впливає на структуроутворення, є желатин, який утворюється із колагену кісткової тканини у процесі одержання кісткового бульйону. Застигаючи при охолодженні, желатин утворює пружний, хоча й не міцний каркас.

Технологічний етап введення вихідних компонентів до складу вологого комбікорму є важливим фактором у формуванні його емульсійної структури, тобто структури фаршу (паштетної маси).

Це пов'язано з протіканням складних фізико-хімічних процесів при кутеруванні. Ефективність тих чи інших компонентів рецепту багато в чому залежить від порядку додавання їх у кутер. Спираючись на наукові дослідження в цьому напрямку спеціалістів виробництва м'ясної та рибної продукції [1-3], ми передбачаємо трьохетапний метод кутерування фаршу (рис. 1).

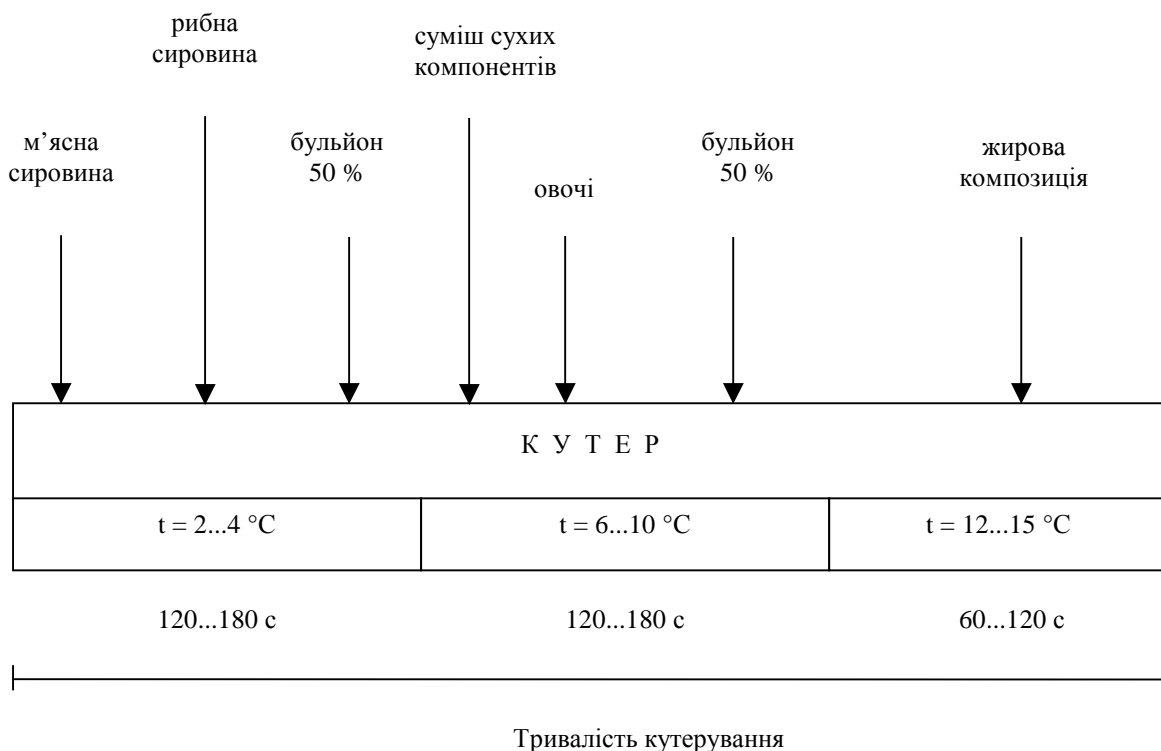


Рис. 1 – Трьохетапний метод кутерування фаршу при виробництві вологих комбікормів для домашніх тварин

Відповідно до цього методу спочатку завантажуються для обробки у кутер м'ясна та рибна сировина і 50 % від загальної кількості охолодженого кісткового бульйону, який краще додавати невеликими порці-

ями. На першій стадії кутерування сировина повинна мати температуру 2...4 °С. Протягом перших 120...180 с кутерування переважає процес механічного руйнування клітинної структури тканин.

В міру подрібнення тваринні білки починають інтенсивно набухати, зв'язувати воду, яку додають, взаємодіяти між собою і водою з утворенням білкової просторової матриці, всередині якої знаходяться фрагменти м'язових волокон, з'єднувальної тканини, жирових клітин та інших морфологічних елементів тваринної сировини. Ступінь гомогенізації сировини на цьому етапі повинен бути високим, щоб забезпечити повний перехід міофібрилярних білків у розчинний стан (вологі комбікорми класу звичайні та першосортні). При кутеруванні сировини, яка входить до складу вологих комбікормів класу економічних, у першу чергу кутерують колагенвмісну сировину, а потім усі інші компоненти і бульйон.

На другій стадії кутерування для збільшення водозв'язувальної здатності вводимо рівномірно порціями суміш сухих компонентів та другу частину охолодженого кісткового бульйону. Бульйон додаємо невеликими порціями, які можуть по мірі набухання поглинатися крохмалем, щоб не було вільної води.

Овочі також необхідно вносити всередині кутерування (на другій стадії) після подрібнення м'ясої та рибної сировини та введення усього бульйону. Овочеві маси беруть участь у формуванні емульсійної структури та взаємодіють з нативними тваринними та рослинними білками.

На другій стадії кутерування сировина повинна мати температуру 6...10 °С і тривати 120...180 с.

Після одержання зв'язаної маси нежирної сировини з водою на третій стадії кутерування додають жиромісну сировину (ЖК), яка потребує меншої тривалості обробки для диспергування. У процесі кутерування молекули розчинних білків, як поверхнево-активних речовин, адсорбуються на поверхні здрібнених жирових частин, розгортаючись гідрофобними групуваннями до жиру, гідрофільними до водної фази. В результаті навколо частин утворюється адсорбційна плівка, яка утримує жир в диспергованому стані. На третій стадії кутерування сировина повинна мати температуру 12...15 °С і тривати 60...120 с.

Важливою умовою одержання стабільної емульсії є контроль за температурою сировини. В результаті інтенсивного впливу ріжучого механізму кутера фарш нагрівається до 17...20 °С, але в місцях контакту ножів з фаршем температура може бути значно вищою. Це може призвести до денатурації білків, що викличе зниження емульгуювальної, водо- та жирозв'язувальної здатності, утворення бульйонних та жирових підтіків у готового продукту. Тому в процесі кутерування фаршу вологих комбікормів для домашніх тварин у нього додають кістковий бульйон в охолодженому вигляді з температурою 2...4 °С із таким розрахунком, щоб зберегти температуру фаршу в діапазоні, який є оптимальним – 12...17 °С. Надто низькі температури фаршу також небажані, оскільки при цьому погіршується емульгування жиру.

Одержаний таким методом фарш вологого комбікорму для дорослих кішок і котів у стані спокою мав такі характеристики: масова частка води – 80,2 %, ВУЗ – 0,32 г/г, ЖУЗ – 0,34 г/г.

Заключний етап технологічного процесу виробництва вологих комбікормів для домашніх тварин – стерилізація – спрямований на забезпечення мікробіологічної стабільності готового консервованого продукту. Пошук і оцінка параметрів цього процесу проводилися за попередньо розрахованим показником – необхідної летальності F_H з визначенням фактичної летальності F_D при стерилізації за розробленим режимом.

Зважаючи на те, що для виробництва м'ясних та м'ясорослинних консервів виготовляють два види бляшаних банок – збірну і суцільнометалеву ми обрали для виготовлення вологих комбікормів – збірну. Це пояснюється тим, що в суцільнометалевих банках, через їхнє штампування, значно більше пор, ніж у збірних, що обумовлює більш інтенсивний перехід заліза в консерви і обмежує використання суцільнометалевих банок для виготовлення консервів, призначених для тривалого зберігання [4].

Отже, розробку режиму стерилізації проводили для використання збірної металевої тари (типорозмір 72,8/70,2x101, ТУ У 28.7-22836526.003-2003) на прикладі вологого комбікорму для кішок, кошенят і котів.

Необхідну летальність за *B. Stearothermophilus* розраховували за формулою [5]

$$F_H = 1,7 \cdot 5,75 - 7,5 \cdot \lg \left(\frac{5 \cdot 400 \cdot 100}{0,01} \right) = 16,6 \text{ ум. хв}$$

Враховуючи, що розробка режиму консервування вологих комбікормів для кішок, кошенят і котів проводилася вперше, як вихідні параметри були використані режими стерилізації, які практикуються на заводах для виготовлення паштетів (рибних, м'ясних) та м'ясорослинних консервів для харчування людей.

Для розрахунку фактичної летальності, тобто приведеного стерилізуючого ефекту F_D в умовних 121,1 – градусних хвилинах, були використані стандартні формули, а також залежність температури від тривалості прогрівання продукту, яка була отримана експериментально. Як показали розрахунки, факти-

чна летальність для режиму стерилізації за формулою $\frac{35 - 100 - 45}{115 \cdot \tilde{N}} \cdot 1,47$ становила $F_D = 18,3$ ум. хв, тоб-

то виявилася більшою, ніж необхідна летальність $F_H = 16,6$ ум. хв на 10 %, що є допустимим запасом при розробці режимів теплової стерилізації. Встановлено, що вибраний режим стерилізації забезпечує загибель мікроорганізмів – збудників псування продукту.

Основні характеристики режиму стерилізації вологих комбікормів для кішок, кошенят і котів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика режиму стерилізації вологих комбікормів для котів

Найменування консервів	рН	Тара	Температура фасування, °С	Режим стерилізації	Летальність, ум. хв		
					символ	F_H	F_D
Вологий комбікорм для кішок, кошенят і котів	5,75	збірна металева тара	40	$\frac{35 - 100 - 45}{115 \cdot \tilde{N}} \cdot 1,47$	$F_{121,1^\circ C}^{12^\circ C}$	16,6	18,3

Таким чином, розроблено науково обґрунтований режим стерилізації вологих комбікормів, виготовлених за розробленими рецептами, який забезпечує необхідну летальність консервованого продукту:

$$\frac{35 - 100 - 45}{115 \cdot \tilde{N}} \cdot 1,47$$

В лабораторних умовах було одержано дослідні зразки вологих комбікормів та визначено основні показники якості. Вологі комбікорми характеризуються привабливим зовнішнім виглядом і запахом, характерним для набору компонентів, а за вмістом основних поживних речовин відповідають поширеним імпортованим аналогам. Встановлено термін зберігання вологих комбікормів – 24 місяці (за відносної вологості повітря не вищій за 75 % та температури навколишнього середовища від + 4 до + 18 °С).

Література

1. Вінникова Л.Г. Теорія і практика переробки м'яса [Текст]. – Ізмаїл: СМІЛ, 2000. – 172 с.
2. Винникова Л.Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів. Учебник [Текст]. – Київ: Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.
3. Безуглова А.В. Технологія виробництва паштетів і фаршей [Текст] / А.В. Безуглова, Г.И. Касьянов, И.А. Палагіна. – М.: ИКЦ «Март, Ростов н/Д»: Издательский центр «Март», 2004. – 304 с.
4. Флауменбаум Б.Л. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва [Текст] / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.
5. Єгоров Б.В. Дослідження режиму стерилізації вологих комбікормів для кішок [Текст] / Б.В. Єгоров, Т.В. Бордун // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 9. – С. 43 – 44.

УДК [664.951.7:594.124]-027.332:636.085.55

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МИДИЙ В КОМБИКОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Егоров Б.В., д-р. техн. наук, профессор, Бордун Т.В., канд. техн. наук, ассистент,
Кузьменко Ю.Я., инженер

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Обосновано целесообразность использования побочных продуктов переработки мидий, а именно плотного мидийного остатка, при производстве комбикормов. Изучено основные физические свойства, химический состав плотного мидийного остатка, а также состояние микрофлоры в процессе хранения.

It is proved expediency of use of by-products of processing of mussels, namely the dense rest of mussels, by manufacture of mixed fodders. It is studied the basic physical properties, a chemical compound of the dense rest of mussels, and also a condition of microflora in the course of storage.

Ключевые слова: мидии, побочные продукты переработки мидий, плотный мидийный остаток, производство комбикормов, кормовые добавки, показатели качества.

Оценка современного состояния организации, производства и сбыта комбикормовой продукции достаточно полярна – от практически разрушенных межхозяйственных до ультрасовременных комбикормовых заводов. Объёмы производства комбикормов за последние пять лет существенно возросли, хотя общее состояние комбикормовой промышленности находится не на очень высоком уровне.

Существенно снижает конкурентоспособность отечественных производителей комбикормов белковый дефицит, спровоцированный отсутствием государственной политики в этой области, которая является одной из составляющих продовольственной безопасности страны.

В животноводстве, главным является организация рационального кормления. Хорошая кормовая база – залог полноценного развития этой отрасли. В этом деле, большое значение отводится комбикормам, которые должны полностью удовлетворять организм животного во всех питательных и биологически активных веществах, так как незначительный их дефицит задерживает рост животных и не позволяет в дальнейшем использовать их продуктивный потенциал на рентабельном уровне.

Используя кормовые продукты химического и микробиологического синтеза, в организме животного происходит сдвиг обменных процессов, накапливаются токсические вещества, которые передаются в продукты питания: молоко, мясо, яйцо. Таким образом, производство животноводческой продукции становится экологически опасным производством [1].

В то же время существенным резервом увеличения производства экологически чистого кормового протеина и ряда биологически активных веществ в наши дни могут и должны служить гидробиологические ресурсы морей и Мирового океана.

Таковыми кормовыми добавками могут быть гидробионты, а именно – побочные продукты переработки мидий, естественные резервы которых достаточно для удовлетворения значительной части потребностей животноводства и птицеводства в балансировании рационов по белку, аминокислотам, витаминам и биоэлементам.

В последние годы большое внимание стали уделять изучению морских моллюсков, а именно использовано их как источника получения различных пищевых добавок, лекарственных препаратов и сырья для производства кормовых добавок и комбикормов.

Искусственное разведение мидий имеет многовековую историю и в настоящее время наблюдается тенденция к увеличению объемов ее культивирования. Обусловлено это, с одной стороны, необходимостью обеспечения населения пищевыми продуктами повышенной пищевой и биологической ценности, и с другой, стремлением компенсировать снижение запасов традиционных объектов промысла в Мировом океане. Актуальность совершенствования методов марикультуры обусловлена также тем, что исчерпание морских биологических ресурсов происходит на фоне быстрого роста численности населения и, соответственно, увеличения его пищевых потребностей.

Повышенный интерес к марикультуре мидий связан также с возможностью их использования для формирования зон биофильтров в акваториях, которые в большей степени подвержены антропогенному загрязнению. Марикультуру мидий представляется возможным использовать в качестве кормовой базы как для ценных и редких представителей естественной фауны, так и для других объектов культивирования (например, рыб). В связи с этим марикультуру мидий можно рассматривать в качестве мероприятий, способствующих охране окружающей среды и поддержания естественного видового разнообразия в экосистемах.

Экономическая эффективность марикультуры мидий, обусловленная простотой и минимальными затратами, высокой пищевой ценностью мяса и возможностью решения в ходе ее осуществления ряда экологических проблем, привели к необходимости создания мидиевых хозяйств в новых регионах.

Области применения продуктов жизнедеятельности морских гидробионтов и технологические способы их переработки определяются, прежде всего, химической структурой и свойствами продуцируемых ими метаболитов. Для многих веществ морского биогенеза характерна химическая структура, которая не имеет аналогов среди соединений, выделенных из организмов суши. Их биологическая активность нередко на порядок и более превышает соответствующие показатели известных науке веществ, выделенных из наземных растений и животных. Эти факторы позволяют по новому рассматривать место биологических ресурсов Мирового океана в экономике и науке, а постоянно воспроизводимые запасы таких соединений превращают морские гидробионты в колоссальный источник сырья для ряда отраслей промышленности, сельского хозяйства и медицины. Утилизация морских гидробионтов с целью получения биологически активных веществ, лечебно-профилактических пищевых и кормовых продуктов, а также медицинских препаратов свидетельствует о наступлении качественно нового этапа в использовании биологических ресурсов океана – этапа рациональной эксплуатации на основе комплексной переработки по приоритетным направлениям [2].

Пищевая и биологическая ценность мяса мидий, обусловленная содержанием белка, всех незаменимых и заменимых аминокислот, таурина, эссенциальных жирных кислот, жирорастворимых витаминов А, D, E, витаминов группы В, макро- и микроэлементов [3], которые играют важную роль в организме людей и животных, имеют широкий спектр биологических свойств, что подтверждено в настоящее время многочисленными исследованиями.

В Украине возможны большие объемы культивирования мидий (рис. 1), а именно на полуострове Крым в таких городах как Керчь и Севастополь, что в свою очередь требует проведения исследований, с поиска высокорентабельных технологий их переработки с последующим получением пищевых, лекарственных и кормовых добавок.

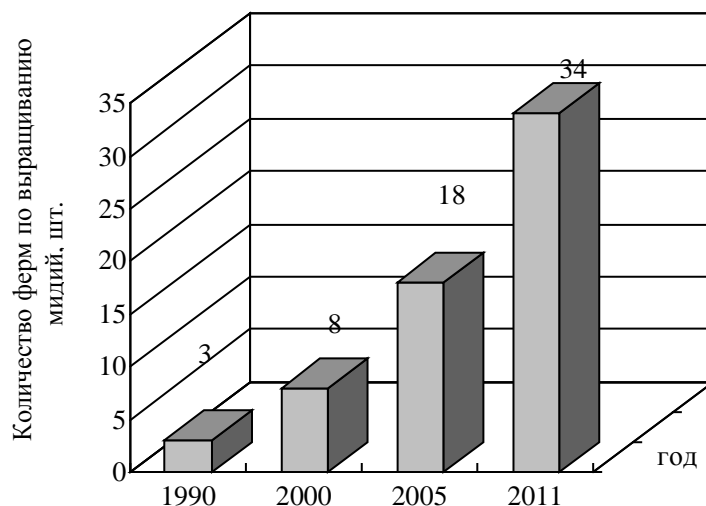


Рис. 1 – Тенденция роста ферм по выращиванию мидий в Украине

В настоящее время одним из таких предприятий является Научно-исследовательская лаборатория «Гален», которая специализируется в области промышленного культивирования морских моллюсков в акватории Черного моря и выпуске лечебно-профилактической продукции, при производстве которой получают большое количество побочных продуктов переработки мидий. Нас заинтересовала перспектива использования полученных побочных продуктов переработки мидий, так называемого плотного мидийного остатка, при производстве комбикормов. Таким образом, целью наших исследований стало изучение органолептических, физических свойств, химического состава и микробиологических показателей качества предложенного продукта – плотного мидийного остатка.

На первоначальном этапе исследований нами были изучены органолептические и физические свойства плотного мидийного остатка, которые приведены в табл. 1. Физические свойства сырья играют важную роль в организации технологии производства комбикормов, поскольку они определяют условия хранения, особенности построения технологического процесса, режимы работы оборудования, затраты электроэнергии, качественные и количественные показатели комбикорма.

Таблица 1 – Органолептические и физические свойства плотного мидийного остатка (n = 3, P ≥ 0,95)

Наименование показателя	Значения
Консистенция	Неоднородная текучая жидкость (с выпадением осадка через 10 мин)
Цвет	От серого до темно-серого
Запах	Характерный для морепродуктов
Массовая доля влаги, %	80,0...82,0
Плотность, кг/м ³	1120,0...1130,0

Как свидетельствуют полученные результаты, исследуемый продукт имеет характерные для морепродуктов органолептические свойства и высокую влажность, что является большой трудностью при введении его в состав комбикормов.

На следующем этапе исследований было изучено химический состав плотного мидийного остатка, который представлен в табл. 2. Необходимо отметить, что данный продукт имеет высокое содержание сырого протеина, легкогидролизуемых углеводов и золы, а также благоприятное соотношение незаменимых аминокислот, что позволяет избежать их дисбаланса при вводе плотного мидийного остатка в состав комбикормов в качестве белкового компонента.

Таблица 2 – Некоторые показатели химического состава плотного мидийного остатка (n = 3, P ≥ 0,95)

Наименование показателя	Массовая доля, % на с. в.
Сухое вещество	19,80
Сырой протеин	60,20
Легкогидролизуемые углеводы	36,20
Водорастворимые углеводы	15,74
Зола	21,92
Минеральные вещества	
Фосфор	0,76
Кальций	0,58
Аминокислоты [4]	
Лизин	9,46
Метионин	2,54
Цистин	3,09
Триптофан	3,57
Треонин	4,68
Гистидин	2,63
Аргинин	4,69
Аспарагиновая кислота	8,30
Серин	3,45
Глутаминовая кислота	10,11
Пролин	1,34
Глицин	7,40
Аланин	3,09
Валин	3,62
Изолейцин	1,81
Лейцин	4,19

Также, немаловажным является изучение изменения микробиологических показателей плотного мидийного остатка во время хранения, что напрямую связано в дальнейшем с качеством комбикормов и здоровьем сельскохозяйственных животных и птицы. В табл. 3 представлены изменения микрофлоры плотного мидийного остатка на протяжении 14 суток.

Таблица 3 – Изменения микрофлоры плотного мидийного остатка в процессе хранения (n = 3, P ≥ 0,95)

Наименование показателя	Период хранения, сутки			
	1	5	10	14
Количество бактерий, кол/г	5,6 x 10 ⁶	2,3 x 10 ⁹	Порча продукта	
Количество плесневых грибов, КОЕ/г	860	1,2 x 10 ³		

Плотный мидийный остаток хранили в естественных условиях при комнатной температуре. Как свидетельствуют полученные результаты исследований, санитарные показатели качества плотного мидийного остатка в процессе хранения существенно ухудшились, и уже на 10-е сутки хранения наблюдалась порча продукта. Все это свидетельствует о том, что исследуемый продукт является скоропортящимся и быстро становится непригодным к использованию, т. е. для эффективного использования плотного мидийного остатка необходимо предусмотреть холодильные установки, что повлечет за собой множество неудобств с точки зрения хранения, транспортирования и дальнейшего использования. Таким образом,

возникает проблема технологического характера, которая связана с высокой влажностью плотного мидийного остатка, что является благоприятной средой для развития микроорганизмов.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что побочные продукты переработки мидий, а именно плотный мидийный остаток, может быть использован при производстве комбикормов и кормовых добавок с целью обогащения их состава белком животного происхождения. Следовательно, необходимо предложить такой технологический способ введения в состав комбикормов плотного мидийного остатка, который бы позволил данный продукт с его высокой влажностью эффективно использовать в кормопроизводстве.

Литература

1. Никанова Л.А. Использование отходов креветочного производства в кормлении свиней [Текст] / Л.А. Никанова, И.Б. Григоренко, В.В. Шендерюк // Рыбное хозяйство. – 2011. – №3. – С. 117 – 120.
2. Никанова Л.А. Влияние продуктов переработки мидий на жизнеспособность и интенсивность роста поросят в послеотъемный период [Текст] / Л.А. Никанова, Ю.П. Фомичева, И.Б. Григоренко, Т.В. Беседина // Рыбное хозяйство. – 2011. – №4. – С. 106 – 110.
3. Глазкова В.Е. Дальневосточная мидия – источник биологически активных веществ. [Текст] / В.Е. Глазкова, В.И. Молчанова, Л.В. Михейская и др. // Тез. докл. всесоюзн. совещ., 1988. – С. 77 – 78.
4. Голубь Н. А. Изучение белкового состава водного экстракта из мидий [Текст] // Экология моря. – 2010. – Вып. 53. – С. 68 – 71.

УДК 636.085.55:635.54

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ ПРЕПАРАТАМИ С ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Левицкий А.П., д-р. биол. наук, профессор, Чайка И.К., канд., техн. наук, доцент,
Воецкая Е.Е., канд., техн. наук, доцент, Лапинская А.П., канд., техн. наук, ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье показана роль, факторы, влияющие на регулирование микрофлоры желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных и птицы; пути решения проблем заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы, позволяющие получать качественную и безопасную продукцию животноводства и птицеводства. Обоснована возможность регулирования микрофлоры кишечника животных путем введения в комбикормовую продукцию препаратов с пребиотическими свойствами.

The article shows the role that factors affecting the regulation of microflora in the gastrointestinal tract of farm animals and poultry, how to address diseases of Agricultural Animals and birds, allowing to obtain high-quality and safe products duction of animal and poultry. The possibility of regulation of the intestinal microflora of animals by the introduction of products in feed products with prebiotic properties.

Ключевые слова: дисбактериоз, антибиотики, пребиотики, некротический энтерит.

Мировая общественность уделяет серьезное внимание безопасности продуктов питания, что наиболее ярко проявилось в отказе от использования антибиотиков в животноводстве [1, 2].

Однако на фоне высокой обсемененности кормов и окружающей среды условно-патогенными микроорганизмами, происходит опережающее заселение кишечника энтеро-бактериями и замедление процессов колонизации кишечной стенки нормальной микрофлорой – молочнокислыми бактериями, бифидобактериями, пропионовокислыми бактериями и энтерококками.

Как следствие, среди актуальных ветеринарных проблем в свиноводстве называют диареи у поросят и послеродовые болезни свиноматок, некротический энтерит у сельскохозяйственной птицы. В последние годы около 68 % специалистов предприятий по выращиванию птицы в разных странах сообщили о наличии у птицы признаков этого заболевания. В Европе, США и Канаде более 80 % голов птицы страдает от некротического энтерита, убытки бройлерного производства в США составляют 2 млрд. долл. в год.

Факторы, способствующие развитию некротического энтерита: нарушение баланса микроорганизмов в кишечнике – дисбактериоз; инфекции, разрушающие целостность клеток слизистой кишечника (кокцидии, бактериальные инфекции); ослабленный иммунитет вследствие вирусных инфекций, микотоксинов, стресса птицы; условия кормления: гигиена кормов; компоненты, увеличивающие вязкость содержимого кишечника; избыток в рационе протеина, в особенности, с низкой доступностью; частая смена кормов; дефицит микроэлементов.

В связи с многолетним массовым применением антибиотиков для стимуляции роста сельскохозяйственных животных, выяснилось, что при длительном применении в хозяйстве одного и того же антибиотика эффект его действия постепенно снижается. Снижение ростового действия антибиотиков коррелирует с накоплением в желудочно-кишечном тракте животных антибиотикоустойчивых штаммов микроорганизмов. Через 5 дней после начала применения стрептомицина, его концентрация, угнетающая рост выделенных микробов, составляла 10...58,5 мкг/мл, через 15 дней она повысилась до 58,5...117 мкг/мл, а через 45...60 дней для подавления роста требовалось уже от 117 до 936 мкг/мл [3].

Таким образом, поиск эффективных путей решения проблем заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы, позволяющих получать качественную и безопасную продукцию животноводства и птицеводства является актуальной проблемой.

Учитывая вышеуказанное, цель работы состояла в обосновании возможности регулирования микрофлоры кишечника сельскохозяйственных животных и птицы путем введения в комбикормовую продукцию препаратов с пребиотическими свойствами.

На первом этапе исследований была изучена роль микрофлоры в организме животных и птицы и факторы ее регулирования. В среднем, в кишечнике живет около 500 видов различных микроорганизмов, причем, как «полезных» бактерий, так и «вредных» бактерий. Доминирующие виды бактерий кишечника птицы: *Ruminococcus flavofaciens*, *Uncultured*, *Carnobacterium sp.*, *Uncultured*, *Lactobacillus sp.*, *Fusobacterium sp.*, *Uncultured*, *Clostridium sp.*, *Helicobacter sp.*

Функции «полезной» микрофлоры: пищеварительная, гидролиз целлюлозы, гемицеллюлоз, гликозидов, способствует всасыванию витаминов, кальция, микроэлементов, ферментация углеводов; регуляторная, образование гормонов, антимутагенов, нейромедиаторов; детоксикация, сорбция или разрушение токсинов, тяжелых металлов; формирование иммунитета; биосинтетическая, синтез витаминов, незаменимых аминокислот; снижение уровня холестерина; питание клеток толстого кишечника; предотвращение рака кишечника и других заболеваний.

Функции «вредной» микрофлоры: локальная или системная инфекция; образование токсинов; разложение ткани кишечника.

В последние годы организм животных подвергается воздействию целого комплекса неблагоприятных факторов, влияющих на нормальное функционирование основных систем жизнедеятельности. С одной стороны, технологические факторы интенсификации животноводства и птицеводства, влияние ухудшающейся экологической обстановки, увеличение количества стрессовых ситуаций, бесконтрольное применение химических препаратов, в том числе антибиотиков.

В связи с этим, возникли вопросы о способах конструирования и восстановления оптимальной микрофлоры. Были проанализированы факторы, влияющие на баланс микрофлоры кишечника: стрессы; баланс питательных веществ; структура рациона; текстура корма; наличие в рационе специфических компонентов, стимулирующих «полезную», и угнетающих «вредную» микрофлору, кормовые антибиотики, стимуляторы роста: пробиотики, пребиотики, подкислители.

Многочисленные исследования отечественных производителей пробиотиков, показывают, что использование этих препаратов в период доращивания молодняка, повышает поедаемость корма и благоприятно сказывается на содержании в крови животных гемоглобина, общего белка, бета-глобулинов, глюкозы, фосфора, витамина А. Применение пробиотиков снижает затраты корма, увеличивает прирост массы тела и выход мясной продукции.

Затраты на использование пробиотиков в промышленном свиноводстве полностью окупаются. Хозяйство получает прибыль за счёт ограниченного применения антибактериальных лекарственных средств и снижения заболеваемости поросят, повышения их сохранности и дополнительного выхода мяса. Ужесточение требований к качеству продукции на фоне загрязнения окружающей среды выводит пробиотики в ряд обязательных препаратов для экологической реабилитации животных и профилактики кишечных патологий у молодняка.

Эффективность использования пробиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы значительно зависит от адаптации и полноценной жизнедеятельности пробиотических бактерий в желудочно-кишечном тракте, поскольку они выращены вне макроорганизма.

Пребиотики – это кормовые компоненты, которые не перевариваются ферментами животных и птицы и не усваиваются в верхних отделах желудочно-кишечного тракта. Пребиотические вещества являют-

ся питанием для полезных микроорганизмов, которые находятся в кишечнике. Около 20 % всего съедаемого корма уходит на рост и обеспечение жизнедеятельности кишечной микрофлоры.

Биологические свойства пребиотиков: расщепляются пищеварительными ферментами и не всасываются в верхнем отделе желудочно-кишечного тракта; являются питательной средой для «полезных» микроорганизмов и положительно влияют на их рост и жизнедеятельность; оказывают положительное действие на все функции организма; стимулируют метаболизм в клетках пробиотических бактерий, тем самым повышают их функциональную активность; иммуномодулирующие свойства; мембранотропное действие; инактивируют агрессивные, деструктивные протеолитические ферменты, секретируемые условно – патогенной и патогенной микрофлорой.

Классификация пребиотиков по происхождению:

— растительного происхождения (фитопробиотики): инулин и фруктоолигосахариды (ФОС), α – галактозиды сахарозы (ГОС), β – гликаны (пищевые волокна), резистентные крахмалы, витамины (В₃, В₆, инозит), фитолизозим, ингибиторы протеаз и амилаз;

— пребиотики животного происхождения (зоопребиотики): олигосахариды молока, гликопептиды молока, лактоферрин, олигопептиды, ингибиторы протеаз и амилаз, лизоцим.

Нами был предусмотрен выбор пребиотика растительного происхождения – инулина. Инулин относится к полифруктозидам (фруктанам), состоящим из остатков D-фруктозы, соединенных между собой β -гликозидной связью. На долю фруктозы приходится до 95 % молекулярной массы инулина, остальные 5 % составляет D-глюкоза.

Целесообразность выбора подтверждается такими биологическими свойствами инулина: увеличение числа бифидумбактерий; регуляция микробиоценоза в пищеварительном тракте; снижение концентрации жира и уровня липопротеидов низкой плотности; снижение уровня сахара в крови на 20...25 % и нормализация обмена веществ; снижение стрессовой реакции; противораковое действие; повышает всасывание в кишечнике кальция, магния, железа и цинка [4].

Мировое производство инулиноподобных ФОС составляет более 12 тыс. т/год. Природным источником инулина является корень цикория. Цикорий обыкновенный – многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных (Compositae). Используются корни и соцветия дикорастущего цикория. Он хорошо известен и широко распространен на европейском континенте. Целебными свойствами обладают все части цикория: стебли, листья, цветки и семена. Но наибольшую ценность в качестве лечебного средства имеет корень.

Препараты цикория оказывают: противомикробное, противовоспалительное, успокаивающее, мочегонное и желчегонное действие; возбуждают аппетит; регулируют обмен веществ; действуют как жаропонижающее и сосудорасширяющее средства; увеличивают количество эритроцитов в крови, очищая и освежая ее состав.

На следующем этапе был определен химический состав корня цикория (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав корня цикория

Компонент	Массовая доля, %
Вода	72,0
«Сырая» клетчатка	2,60
Зола	1,70
Калий	0,25
Фосфор	0,50
Кальций	0,22
«Сырой» протеин	0,17
Суммарные легкогидролизуемые углеводы	9,0
Инулин	10,0
Фруктоолигосахариды и свободная фруктоза	1,50
Пептозаны	1,30
Зола	1,30
Хлорогеновая и цикориевая кислоты	2,30

Также в корне цикория содержится 10...20 % фруктозы, каротин, витамины группы В (в том числе холин), витамин С, макро- и микроэлементы, органические кислоты, белковые вещества, пектин. Горечь цикорию в основном придают гликозиды, свойствами которых является улучшение работы сердца и укрепление сосудов.

Учитывая высокую биологическую ценность корня цикория, нами была сделана гипотеза о целесообразности обогащения комбикормовой продукции не инулином, а корнем цикория, что также экономи-

чески целесообразно, поскольку технология получения инулина предусматривает экстракцию с последующей сушкой, что удорожает продукт.

На следующем этапе была определена общая кислотность измельченного корня цикория, которая составляет 13,2 °Н, в то время как у комбикорма 2,5 °Н. В комбикорме повышение показателя общей кислотности более 3,5 °Н свидетельствует о начале порчи продукта. Однако, повышенное значение общей кислотности корня цикория объясняется наличием в его составе хлорогеновой и цикориевой кислот, которые не только не ухудшают качество продукта, но и улучшают пищеварение, способствуют регулированию микрофлоры кишечника.

Учитывая, что в технологии комбикормового производства компонент может использоваться только при соответствии технологических свойств требуемым параметрам, на следующем этапе были определены технологические свойства корня цикория (табл. 2).

Анализ данных табл. 2 показывает, что корень цикория отличается по своим технологическим свойствам от зернового сырья (пшеница, ячмень) – сыпучесть корня цикория уменьшается в 4,7...5,5 раза по сравнению с зерновым сырьем, угол естественного откоса увеличивается на 30...39 град. и составляет 59 град. По сравнению со шротом подсолнечным, наблюдается аналогичная тенденция. Сыпучесть корня цикория меньше в 5,2 раза, угол естественного откоса больше на 18 град, что можно объяснить значительно меньшей крупностью измельченного корня цикория, а также отличием химического состава. По своим технологическим свойствам корень цикория приближается к мясо-костной муке, что позволяет отнести данный вид сырья к трудносыпучему. Следовательно, при использовании его в технологии производства комбикормов необходимо предусматривать мероприятия по ликвидации залегания сырья в оперативных бункерах, а также при последующих транспортных и технологических операциях.

Таблица 2 – Технологические свойства компонентов комбикормов

Компоненты	Массовая доля влаги, %	Угол естественного откоса, град.	Объемная масса, кг/м ³	Сыпучесть, см/с
Корень цикория	13,3	59	502	7,4
Ячмень	12,8	20	650	35,0
Пшеница	12,4	24	700	40,9
Шрот подсолнечный	8,0	41	423	38,2
Мука мясо-костная	11,2	50	510	11,1

Для подтверждения эффективности использования корня цикория, как кормового пребиотика, были проведены биологические эксперименты на лабораторных белых крысах. С целью обоснования возможности использования корня цикория как регулятора микрофлоры кишечника животных, а также определения нормы его ввода было сформировано 4 группы животных, у которых искусственно создавали условия дисбактериоза. В рацион животных вводили корень цикория в количестве 3, 6 и 12 % для 2-ой, 3-ей и 4-ой групп соответственно. Первая группа была контрольная, которой давали комбикорм без корня цикория (табл. 3).

Таблица – 3 Рецепты комбикормов

Компоненты	Содержание, %			
Цикориевая мука	–	3	6	12
Кукуруза	28	25	22	16
Ячмень	26	26	26	26
Овес	10	10	10	10
Горох	5	5	5	5
Отруби пшеничные	10	10	10	10
Жмых подсолнечный	5	5	5	5
Дрожжи	2	2	2	2
Рыбная мука	3	3	3	3
Мясо-костная мука	5	5	5	5
Травяная мука	3	3	3	3
Мел	1,5	1,5	1,5	1,5
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5
Премикс	1	1	1	1

В ходе эксперимента контролировали поедаемость корма, а также изменение прироста массы тела животных (рис. 1).

Анализ полученных данных подтверждает негативное воздействие нарушения микрофлоры кишечника на усвоение питательных веществ. Так, при равном потреблении корма, животные контрольной группы не усваивали питательные вещества в полной мере, о чем свидетельствуют низкие привесы животных. На протяжении 15 дней эксперимента показатель не превышал 3,7 %, а начиная с 15-го дня наблюдалась тенденция стремительного снижения. Ввод пребиотика в состав комбикорма позволяет восстанавливать микрофлору. Живая масса животных увеличивается, прирост массы тела у всех опытных групп животных на протяжении эксперимента имел тенденцию к увеличению и к концу эксперимента колебался в пределах 10,0...14,2 %. Полученную тенденцию роста, на наш взгляд, можно объяснить постепенным увеличением количества пробиотических бактерий в желудочно-кишечном тракте лабораторных животных, стимулирование роста которых осуществлялось вводом корня цикория.

Также следует отметить, что при создании условий дисбактериоза соответственно происходили изменения в рационе кормления и, следовательно, животные подверглись воздействию стресса. Учитывая биологические функции корня цикория, можно предположить положительное влияние на восстановление здоровой жизнедеятельности животных, что свидетельствует об увеличении приростов массы тела, а, следовательно, усвоении питательных веществ.

Рациональной нормой ввода в состав комбикорма можно считать 3 % цикориевой муки, поскольку увеличение ее ввода до 6 и 12 % имело значительно меньший эффект, что, очевидно, объясняется переизбытком биологически активных веществ цикориевой муки.

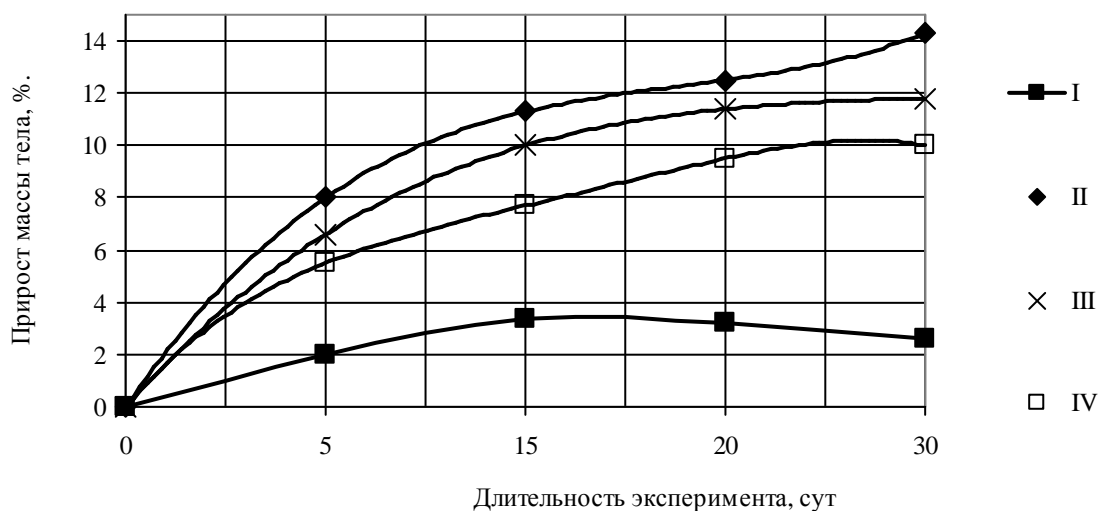


Рис. 1 - Изменение прироста массы тела лабораторных животных в условиях дисбактериоза

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Целесообразным является использование препаратов с пребиотическими свойствами в комбикормовой продукции, поскольку это обеспечивает регуляцию микрофлоры кишечника, способствует устранению дисбактериоза, следствием которого являются заболевания желудочно-кишечного тракта (диарея у поросят, некротический энтерит сельскохозяйственной птицы).
2. В качестве кормового пребиотика может использоваться инулин, источником которого является корень цикория.
3. Целесообразно использовать корень цикория для обогащения комбикормовой продукции, что объясняется более широким спектром действия, а также экономической эффективностью.
4. Введение 3 % корня цикория в состав комбикорма позволяет ликвидировать дисбактериоз у лабораторных животных, прирост массы тела лабораторных животных к концу эксперимента по сравнению с контрольной группой увеличивается в 3,5 раза.

Литература

1. Коцюмбас І. Ринок ветпрепаратів в Україні та стан контролю їх якості / І. Коцюмбас, В. Величко, Ю. Косенко // Агробізнес сьогодні. – 2006. – №8. – С. 10 – 11.
2. Спринт П. Антибиотики и стимуляторы: есть ли альтернатива // Комбикорма. – 2001. – №5. – С. 54 – 55.

3. Кононенко С.И. Способ повышения эффективности кормления свиней / С.И. Кононенко, Н.С. Паксютов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6(27). – С. 105–106.
4. Левицкий А.П., Пребиотики и проблема дисбактериоза / А.П. Левицкий, Ю.Л. Волянский, К.В. Скидан. – Харьков, ЭДЭНА, 2008. – 100 с.

УДК 602.4:663.127.012.3

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены результаты разработки биотехнологии производства кормовых дрожжей на основе нетрадиционных видов растительного сырья, показан положительный энергосберегающий эффект применения морских солей на стадии гидролиза сырья и процесса культивирования.

The article outlines the results of development of the feed yeast production biotechnology on the basis of unconventional types of vegetable raw materials and shows a positive energy saving effect of using sea salts at the stage of hydrolysis of raw materials and cultivation process.

Ключевые слова: культивирование, гидролиз, биотрансформация, продуцент, биомасса, энергосбережение, биотехнология, экономический эффект, биостимуляторы.

Эффективность и объемы животноводческой продукции в огромной степени зависят от качества и сбалансированности кормов для сельскохозяйственных животных. Проблемой комбикормовой отрасли последних несколько десятков лет остается отсутствие ценных добавок, особенно белковых, в кормах для животных. Отсутствие промышленного производства аминокислот, кормовых дрожжей, рыбной муки вынуждает производителей комбикормов закупать эти добавки за рубежом, что значительно повышает стоимость комбикорма либо ведет к производству несбалансированных по компонентному составу комбикормов и соответственно отражается на продуктивности животных и качестве животноводческой продукции.

Цель данной работы – производство отечественной кормовой добавки на основе ежегодно возобновляемого нетрадиционного растительного сырья.

Главными задачами, которые необходимо было решить для этого, стали следующие:

- доказать целесообразность использования возобновляемого сырья (стеблей хмеля (СХ), стеблей клещевины (СК), обрезков фруктовых деревьев (ОФД));
- доказать возможность интенсификации процесса трансформации растительного сырья в питательные среды с помощью морских солей, а также показать возможность снижения энергозатрат при гидролизе и культивировании продуцентов кормового белка;
- на основании полученных данных разработать технологическую схему получения кормовых дрожжей.

Результаты исследований по целесообразности использования СХ, СК, ОФД как сырья, результаты выращивания дрожжей на подготовленных питательных средах и ряд других аспектов исследований публиковались авторами ранее [1 – 6].

На основании обоснованных научными исследованиями режимов гидролиза и культивирования была разработана технологическая схема производства кормовых дрожжей. Они могут быть получены как на гидролизатах ОФД, СХ, СК, так и гидролизатах с применением морских солей при внесении их как на стадии гидролиза сырья, так и непосредственно в ферментер.

Технологический процесс производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ и СК состоит из тех же технологических операций, что и при получении их из традиционных растительных отходов, осуществляемых в такой последовательности:

- подготовка, складирование, подача и дозировка сырья;
- гидролитическая деструкция сырья;
- подготовка и очистка субстрата, биосинтез белка;
- сгущение суспензии микроорганизмов;
- термообработка суспензии;

- концентрирование биомассы;
- сушка, упаковка и сохранение готовой продукции (рис. 1).

1. Подготовка, подача и дозировка сырья.

Этот этап включает измельчение сырья до размеров 20 – 50 мм по длине волокна, освобождение от металлических примесей и подачу через загрузочное устройство в гидролизат.

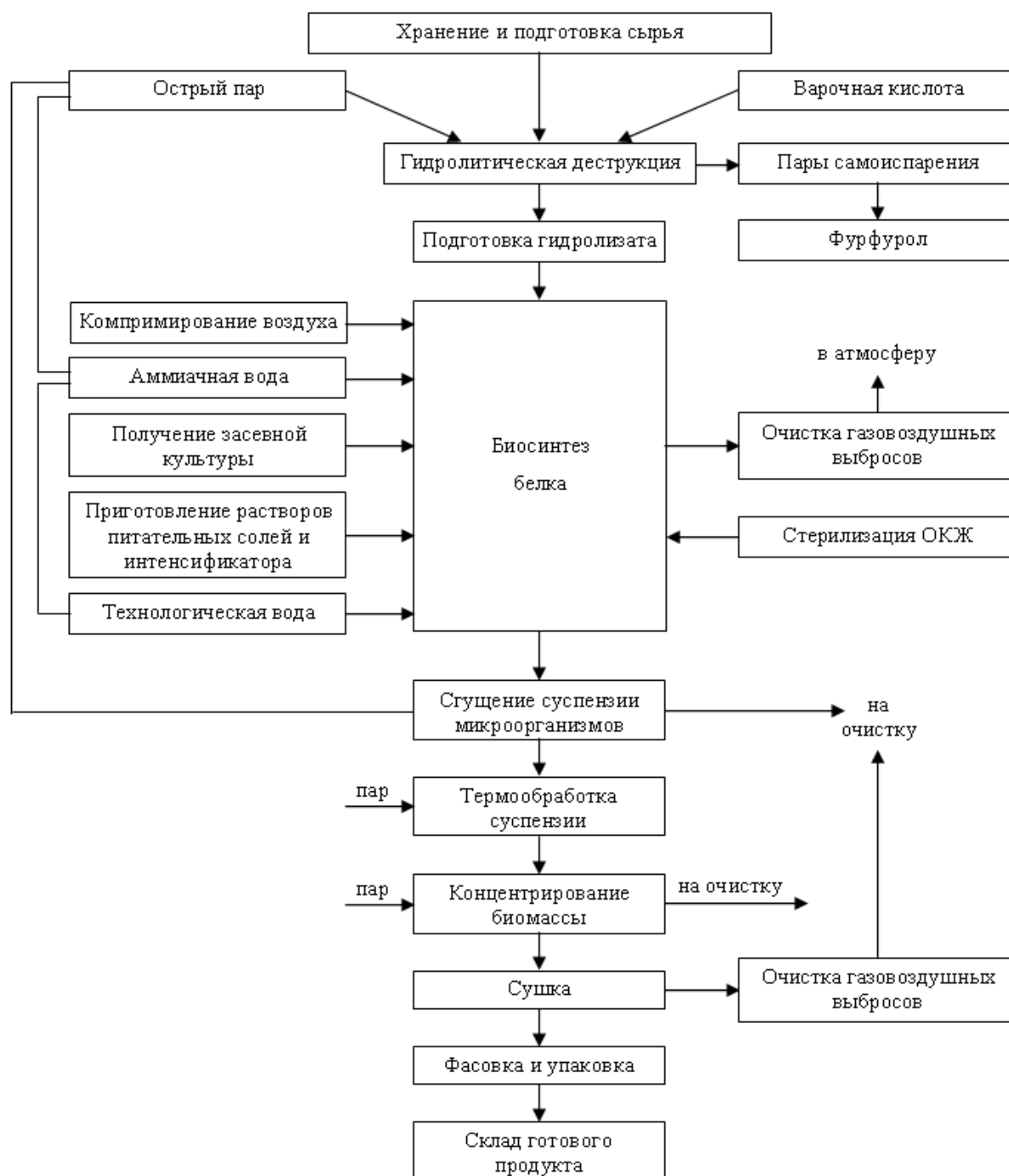


Рис. 1 – Схема технологического процесса производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ и СК

2. Гидролитическая деструкция сырья.

Гидролиз растительного сырья осуществляют перколяционным методом в периодически действующих гидролизаторах разбавленным раствором серной кислоты, приготовленной на пресной воде, а в случае применения морских солей – на водном растворе с массовой их долей 1 %. Варочную кислоту

получают в смесителе путем смешивания горячей воды ($t = 80 - 190 \text{ }^\circ\text{C}$) после водонагревателя и концентрированной серной кислоты. Подачу раствора морских солей на смеситель осуществляют через бак оборотной воды, куда постоянно поступает горячая вода и морские соли из расчета, обеспечивающего их массовую долю в варочном растворе 1 % на протяжении всего процесса гидролиза. Объем моногидрата серной кислоты подают из расчета содержания ее в растворе 0,6 %, а также с учетом дополнительного расхода на активную зольность сырья на стадии прогрева. Варочную кислоту в гидролизатор подают одновременно с сырьем. Массу сырья и объем варочного раствора подают согласно предусмотренному режиму для данного вида сырья и рабочему объему гидролизатора.

По окончании процесса перколяции прекращают подачу кислоты и проводят промывку лигнина водой с целью удаления из него редуцирующих веществ и кислот. Затем прекращают подачу воды и осуществляют операцию «отжим», при этом продолжая отбор гидролизата. Непрогидролизовавшийся остаток лигнина выгружают (выстрел) в гидроциклоны при остаточном давлении 0,5 – 0,6 МПа.

3. Подготовка гидролизата.

Гидролизат из гидролизаторов по трубопроводам поступает на трехступенчатую испарительную установку, в испарителях происходит процесс самоиспарения гидролизата с постепенным снижением давления до 0,05 МПа и его температуры до 100 – 105 $^\circ\text{C}$. Пары с каждой ступени испарения поступают на конденсацию в решеферный узел и далее на выделение фурфурола. Охлажденный гидролизат подвергают 5 – 7 часовой инверсии при $(100 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, а затем в непрерывно действующих отстойниках нейтрализуют аммиачной водой (или известковым молоком) до pH 4,2 – 4,6, осветляют и охлаждают на вакуум-охладительной установке до 40 – 45 $^\circ\text{C}$, а затем на теплообменниках до 28 – 30 $^\circ\text{C}$, после чего подвергают продувке воздухом.

4. Биосинтез белка.

Биосинтез белка на гидролизатах ОФД, СХ, СК и гидролизатах с применением морских солей проводят в два этапа.

4.1. Получение засевных дрожжей.

Для получения посевного материала питательную среду засевают чистой культурой исследуемых дрожжей влажностью 75 % из расчета 20 – 25 % от вводимых редуцирующих сахаров, в течение всего периода культивирования поддерживают температуру 34 – 37 $^\circ\text{C}$ и pH 4,0 – 4,6 по достижению концентрации дрожжей 45 – 55 г/дм³ АСД биомассу перекачивают в производственные дрожжерастильные аппараты.

4.2. Культивирование товарных дрожжей.

В аппарат для выращивания товарных дрожжей непрерывным методом подают охлажденное сусло; воздух, скомпрессированный до 0,05 – 0,06 МПа; воду и отработанную жидкость на разбавление сусла; питательные соли согласно регламенту ввода; морские соли из расчета 0,05 % в культуральной среде; аммиачную воду для поддержания pH; засевные или подсевные дрожжи. Для поддержания культуры дрожжей и необходимой концентрации дрожжевой суспензии в аппарате культивирование проводят при 35 – 38 $^\circ\text{C}$, pH 4,2 – 4,3, при постоянной интенсивной подаче воздуха и непрерывном равномерном притоке питательной среды и отборе дрожжевой суспензии. Дрожжевую суспензию с массовой концентрацией дрожжей 40 – 45 г/дм³ непрерывно отводят во флоратор, а затем на сепараторы для сгущения. Сгущенную дрожжевую суспензию нагревают, плазмолизируют, упаривают на вакуум-выпарной установке и сушат на распылительной сушилке.

Температура сушильного агента на входе в сушилку $(270 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, на входе из сушилки $(85 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$. После этого готовый продукт с влажностью 10 % расфасовывается и направляется на склад.

Технологический процесс производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ, СК состоит из тех же этапов, что и в традиционной технологии.

Различие состоит лишь в параметрах режима гидролиза для данного вида сырья, а также применение морских солей как на стадии гидролиза, так и на стадии культивирования. Таким образом, технология производства кормовых дрожжей на гидролизатах нетрадиционных растительных отходов не требует никакого специального или дополнительного оборудования и может быть реализована на предприятиях по их получению. Кроме того, применение морских солей значительно сокращает процесс перколяции и выращивания, что существенно экономит электроэнергию.

Промышленную апробацию технологии производства кормовых дрожжей на гидролизатах нетрадиционного растительного сырья и с применением морских солей осуществляли на Николаевском гидролизно-дрожжевом и Бендерском биохимическом заводах, где была выработана партия готового продукта.

Результаты промышленной апробации подтвердили принципиальную возможность и экономическую целесообразность переработки нетрадиционных отходов в кормовой белок и применение морских солей в качестве интенсификаторов процесса гидролиза и культивирования.

Готовый продукт соответствует ГОСТ 20083-84, предъявляемому к кормовым дрожжам и относится к первой группе.

Расчет себестоимости и технико-экономические показатели производства товарных дрожжей, полученных на гидролизатах с применением морских солей на стадии гидролиза и выращивания, производились на основании данных, полученных в производственных условиях. Они подтвердили, что себестоимость дрожжей, полученных на гидролизатах ОФД, снижается при добавлении морских солей на 4,5 % на стадии гидролиза и на 4,8 % на стадии выращивания. Сокращение процессов по времени существенно экономит электроэнергию и дает дополнительную прибыль заводу производительностью 10 тыс. тонн дрожжей от одного до двух миллионов гривен в год.

Выводы. В результате проведенных исследований разработана энергосберегающая биотехнология получения гидролизатов ОФД, СХ иск с последующей их переработкой на кормовые дрожжи и дрожжей на гидролизатах с применением морских солей.

На Николаевском гидролизно-дрожжевом и Бендерском биохимическом заводах проведена апробация технологий получения кормовых дрожжей.

Исследование показало, что полученные дрожжи являются ценной белковой добавкой в комбикорма.

Себестоимость 1 т дрожжей, полученных на гидролизатах ОФД, составила 1178 грн., а на гидролизатах с применением солей – 1175 – 1194 грн.

Литература

1. Килименчук Е.А. Растительное сырье – источник углеродного питания для микроорганизмов // Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых // Научн. тр. ОГАПТ. – О., 1997. – Ч. 2. – С. 243 – 245.
2. Величко Т.О., Килименчук О.О. Биотехнология одержання біологічно активних речовин на основі рослинної сировини // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2001. – Вип. 22. – С. 68 – 71.
3. Величко Т.А., Килименчук Е.А. Получение кормовой биомассы из нетрадиционных растительных отходов в условиях производства // Зернові продукти і комбікорми. – 2001. – № 4. – С. 39 – 40.
4. Величко Т.О., Килименчук О.О. Культивування дріжджових клітин на ферментолізатах рослинних відходів / Матеріали VIII українського біохімічного з'їзду. – Чернівці. – 2002. – № 4. – Дод. 2. – Т. 74. – С. 152 – 153.
5. Величко Т.О., Килименчук О.О. Ферментативне перетворення біополімерів рослинної легноцелюлозної сировини // Наук. пр. ОНАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 157 – 161.
6. Величко Т.А., Килименчук Е.А. Гидролизаты нетрадиционных растительных отходов – питательная среда для роста дрожжевых культур / Мат. межд. науч. конф. «Хранительна наука, техніка і технології 2004», «FOODS SCIENCE, TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES 2004». НАУЧНИ ТРУДОВЕ. Т.1і, Св.3, – Пловдив, 26 – 29 окт. 2004. – С. 211 – 214.

УДК 664:542.69:621.867.4

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИКОРМОВ

**Афанасьев В.А., д-р техн. наук, профессор, Богомолов И.С.
Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж**

Исследовано влияние параметров процесса экспандирования на биохимические и микробиологические показатели комбикормов. Установлено, что экспандирование незначительно снижает бактериальную обсемененность и содержание водорастворимых фракций белка. В рассыпном комбикорме отмечена низкая активность липазы.

Influence of parameters of process expansion on biochemical and microbiological indicators of mixed fodders is investigated. It is established that expansion slightly reduces bacterial activity and the maintenance of water-soluble fractions of fiber. In mixed fodder low activity lipaza is noted.

Ключевые слова: экспандирование, качество, комбикорм

В зависимости от обрабатываемого продукта параметры работы экспандера изменялись в следующих диапазонах: давление пара от 10 до 40 бар, температура продукта от 90 до 110 °С, время обработки

до 5 секунд. На выходе из экспандера в результате резкого падения давления влага из продукта испаряется и несколько увеличивается в объеме. Экспандированный комбикорм в виде комков и лепешек измельчается в структураторе, состоящем из двух вращающихся навстречу друг другу валков с продольными планками.

При выработке экспандированного комбикорма в рассыпном виде (экспандата) измельченный в структураторе продукт направляется на охладительную колонку, измельчается в валковом измельчителе и контролируется по крупности. При выработке в виде гранул (гранулированный экспандат) обработанный продукт после структуратора подается на гранулирование с последующим охлаждением и классификацией гранул для отбора мелкой фракции; если в виде крупки – гранулы измельчаются с последующим контролем крупности крупки.

Основные технологические параметры процесса экспандирования (табл. 1) контролировали по показаниям приборов и при необходимости корректировали.

Таблица 1 – Технические параметры работы экспандера

Показатели	Значения
Нагрузка на основной электродвигатель экспандера, А	200
Производительность экспандера, т/ч	10
Температура пропаренного комбикорма в кондиционере, °С, не более	80
Температура продукта на выходе из экспандера, °С	100...105
Давление запирающего конуса, МПа	1,0...1,5
Продолжительность обработки комбикорма в экспандере, с	~5

Исследование режимов экспандирования рассыпных комбикормов и их влияние на качество готовой продукции проводили в процессе производства комбикормов по рецептам: ПК-1 (для кур-несушек 15-18 месяцев) и ПК-2 (для молодняка кур 5-30 дней).

Подачу воды в кондиционер осуществляли в количестве не более 0,5 % для получения оптимальной влажности. Температуру продукта в кондиционере меняли в пределах от 70 до 80 °С, на выходе из экспандера – от 100 до 105 °С. По приборам фиксировали температурные режимы кондиционирования и экспандирования комбикормов, давление пара, производительность экспандера, расход электроэнергии, давление запирающего конуса и другие параметры.

В намеченных точках линии производили отбор промежуточных продуктов и готовой продукции. В пробах определяли влажность, гранулометрический состав и показатели качества.

Основные технологические параметры линии экспандирования комбикормов приведены в таблице 2. Из табл. 2 следует, что при подаче воды в кондиционер (0,5 %) температура кондиционирования и экспандирования комбикормов снижается на 5...10 °С.

Таблица 2 – Технические и технологические параметры процесса экспандирования

№ опыта	Рецепт комбикорма	Кондиционер			Экспандер		
		Температура комбикорма, °С	Давление пара, МПа	Подача воды, кг/ч (%)	Температура продукта на выходе, °С	Давление запирающего конуса, МПа	Удельный расход электроэнергии, кВт ч/т
1	ПК-2	80...82	0,05	-	105	1,2...1,3	11,48
2	ПК-1	75	0,05	48 (0,4)	105	1,1	9,49
3	ПК-1	70	0,05	63 (0,5)	100	1,0	9,11

Так, в первом опыте при экспандировании рассыпного комбикорма без ввода воды температура кондиционирования составляла 80...82 °С, а на выходе из экспандера – 105 °С. При такой же обработке комбикорма, но с добавлением 0,5 % воды (опыт 3) температура продукта снизилась при кондиционировании до 70 °С, на выходе из экспандера – до 100 °С.

Добавление воды на стадии кондиционирования привело к незначительному увеличению производительности экспандера при уменьшении удельных энергозатрат. Количество добавляемой воды зависит от рецепта комбикорма, его исходной влажности, количества вводимых жидких добавок (мелассы, жира и др.).

Для определения качества комбикормов в процессе обработки отбирали пробы рассыпного комбикорма (до обработки), крупки из экспандата (после обработки в кондиционере и экспандере), гранулированного экспандата и крупки из него, а также гранулированного комбикорма, выработанного по традиционной технологии.

Изменение качества комбикормов в процессе тепловой обработки изучали по следующим показателям: содержанию растворимых и легкогидролизуемых углеводов, декстринов, витаминов А, Е, В₂, атакуемости углеводов амилазами и переваримости протеина пепсином *in vitro*.

В отобранных образцах определяли токсичность, наличие сальмонелл, кишечную палочку и общую бактериальную обсемененность. Результаты представлены в таблицах 3 и 4. Анализ данных таблиц 3 и 4 показывает, что обработка комбикорма в кондиционере и экспандере повлияла на степень атакуемости углеводов амилазными ферментами.

Таблица 3 – Изменение качества комбикорма при экспандировании

Вид комбикорма	Сырой протеин, %	Водо- + соле-растворимые белки, %	Сырой жир, %	Активность липазы, мг КОН/г	Ксиланазная активность, ед./г
Рассыпной	20,0	11,40	4,53	0,39	367,1
Крупка из экспандата	20,6	9,20	2,79	0,26	386,4
Крупка из гранулированного экспандата	22,2	11,40	3,80	0,20	-
Крупка из гранул	22,1	9,90	3,76	0,30	-

Таблица 4 – Изменение показателей качества комбикормов в процессе экспандирования

Рецепт комбикорма	Вид комбикорма	Переваримость протеина <i>in vitro</i> , %	Атакуемость у/в амилазами, мг/г	Растворимые углеводы, %	Декстрины, %	Легкогидролизуемые у/в, %	Содержание витаминов в 1 кг			Микробиологические показатели			
							А, тыс. и.е.	Е, мг	В ₂ , мг	Микробные клетки, КОЕ/г	Сальмонеллы, КОЕ/25 г	Кишечная палочка Е coli/г	Степень токсичности
ПК-5	Рассыпной	70,4	20,0	6,3	1,32	34,3	13,5	81,5	4,7	1,7×10 ⁶	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из экспандата	72,2	67,5	6,1	2,57	31,5	10,2	62,7	2,9	1,2×10 ⁵	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из гранулированного экспандата	73,8	60,0	6,4	2,02	30,9	9,7	62,7	4,4	1,5×10 ⁵	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из гранул	71,7	35,0	6,5	1,32	30,2	13,0	62,3	4,0	7,0×10 ⁵	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
ПК-6	Рассыпной	76,3	23,5	7,4	1,98	27,8	9,7	47,7	4,4	1,7×10 ⁶	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из экспандата	77,5	78,7	6,7	2,42	25,4	7,3	41,2	4,9	2,0×10 ⁴	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Гранулированный экспандат	77,1	71,0	7,3	5,92	24,2	8,4	41,7	5,7	3,0×10 ⁴	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Гранулированный комбикорм	78,1	46,2	7,8	5,39	23,4	9,6	52,0	4,8	4,0×10 ⁴	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
ПК-1	Рассыпной	72,7	-	-	3,54	-	9,5	14,8	-	5,0×10 ⁵	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из экспандата	75,1	-	-	4,49	-	7,5	11,9	-	3,2×10 ⁴	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из гранулированного экспандата	75,8	-	-	5,04	-	8,5	11,3	-	5,0×10 ⁴	Отсут.	Отсут.	Нетокс.
	Крупка из гранул	74,0	-	-	4,84	-	9,4	14,4	-	1,2×10 ⁵	Отсут.	Отсут.	Нетокс.

Отмечается трехкратное увеличение степени атакуемости углеводов экспандированных комбикормов рецепта ПК-5 и ПК-6 по сравнению с рассыпным (60 – 78,7 мг/г и 20 – 27,5 мг/г, соответственно).

Следует также отметить некоторую долю снижения бактериальной обсемененности обработанного продукта. Что касается витаминов А и Е, их содержание несколько снизилось, хотя снижение укладывается в ошибку метода.

Кроме этого, в комбикорме рецепта ПК-5 определяли фракционный состав белков, сырой жир, активность липазы, активность введенного ферментного препарата Кемзайм (ксилазназную активность).

Представленные данные свидетельствуют о том, что при экспандировании незначительно снижается содержание водорастворимых фракций белка.

В рассыпном комбикорме отмечена низкая активность липазы, которая при экспандировании снижается в два раза (0,39 ,0,20 мгКОН/г соответственно).

Активность введенного ферментного препарата после обработки комбикорма в экспандере не меняется (ксилазназная активность рассыпного и экспандированного комбикорма, соответственно 367,1 и 386,4 ед./г).

Таким образом, установлено, что экспандирование улучшает биохимические и микробиологические показатели готового комбикорма.

УДК 613. 63 (075)

ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ КОРМОВЫХ ФОСФАТОВ В РАЦИОНАХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛНОЦЕННОЙ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПИТАНИЯ

**Свамбаев Ж.А., Свамбаев Е.А., Тусупбекова С.Т., Султанбеков Г.А.,
ТОО ФТВ «Сотрапу», г. Алматы, Республика Казахстан**

Свамбаев А., д-р биол. наук, профессор

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

В работе представлены результаты эксперимента по контролю и стандартизации кормовых фосфатов в рационах животных для получения полноценной безопасной продукции питания.

In work it is informed results of experiment under the control and standardizations of fodder phosphates in diets of animals for reception of high-grade safe production of a feed.

Ключевые слова: комбикорма, углекислый кальций, дикальцийфосфат, трикальцийфосфат.

Для непрерывного обеспечения потребности населения в животном белке необходимо успешное развитие животноводства, особенно мясного птицеводства и свиноводства. Успешное развитие животноводства немислимо без создания прочной качественной кормовой базы. Корма должны отвечать требованиям безопасности и обеспечивать эффективное развитие отрасли, поэтому создаются специальные комбинированные корма. Комбикорм представляет собой смесь различных измельченных кормовых средств, очищенных от посторонних примесей, его производят по научно-обоснованным рецептурам, обеспечивающим наиболее эффективное использование питательных веществ.

В современную рецептуру комбикормов включают до 80 – 90 компонентов, некоторые из них вводят в микродозах (от десятитысячной до миллионной части). Введение микродобавок в комбикорма представляет значительные трудности, так как требует дополнительных экономических затрат. Зарубежная и отечественная практика доказала эффективность раздельного производства на специализированных предприятиях особых концентрированных добавок – премиксов [1-5].

Минеральные вещества играют важную роль для построения структурных частей тканей организма. Так, например, неорганическая часть костной ткани состоит из фосфорнокислого кальция и магния, углекислого кальция, калия и натрия, хлоридов калия, магния и натрия и других соединений.

Доказано, что некоторые одновалентные ионы (натрия и калия), а также двухвалентные ионы (кальция и магния), наряду с фосфором и другими анионами, участвуют в возбуждении и проведении нервного импульса, восприятии света, вкуса, запаха, превращении энергии. Указанные элементы в виде сложных органических соединений активизируют функции межклеточных мембран.

Все химические элементы животные получают из хорошо сбалансированного рациона и только частично – из воды и воздуха. Недостаток или избыток отдельных элементов в рационе, как правило, приводит к развитию заболеваний.

Для балансировки рационов сельскохозяйственных животных по минеральным элементам химическая промышленность выпускает большое количество различных химических соединений, хотя многие из них встречаются в природе и используются в натуральном виде.

Для удовлетворения нужд животноводства и птицеводства в Республике Казахстан, в основном, используют мел (углекислый кальций) различных марок. При этом продукт должен содержать основного вещества не менее 96 – 98 %, допускается содержание в продукте не более 5 % нерастворимого вещества в кислоте и допускается содержания других химических элементов (рис. 1).

В животноводстве, несмотря на ограничения, используют известняк природный, порошок серого с жёлтым оттенком цвета. В нашу лабораторию для определения безопасности поступили от животноводческих хозяйств из областей образцы известняка с влажностью 12 %, 10 % и 15 %, содержанием кальция 27 %, 32 % и 35 % соответственно. В этих образцах содержания фтора было от 4, 2 % до 1,5 %. Уровень свинца и мышьяка в указанных продуктах превышал предельно допустимые нормы в 8 – 10 раз, что указывает на опасность применения в рационе животных и не соответствует требованиям получения безопасной продукции.

В качестве источника кальциевой добавки широко используют преципитат (дикальцийфосфат) кормовой в котором 90 % представлено дикальцийфосфатом, около 3 % водой и 7 % монокальцийфосфатом или другими продуктами (мономагнийфосфатом и т.д.).

Результаты лабораторного анализа химического состава моно-, ди- и трикальцийфосфата, полученных от различных поставщиков, представлены на рис. 1 и 3.

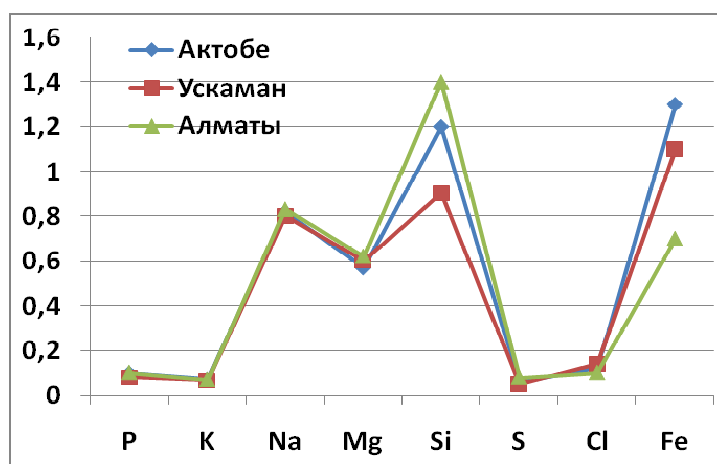


Рис. 1 – Химический состав углекислого кальция полученного от различных поставщиков, (%)

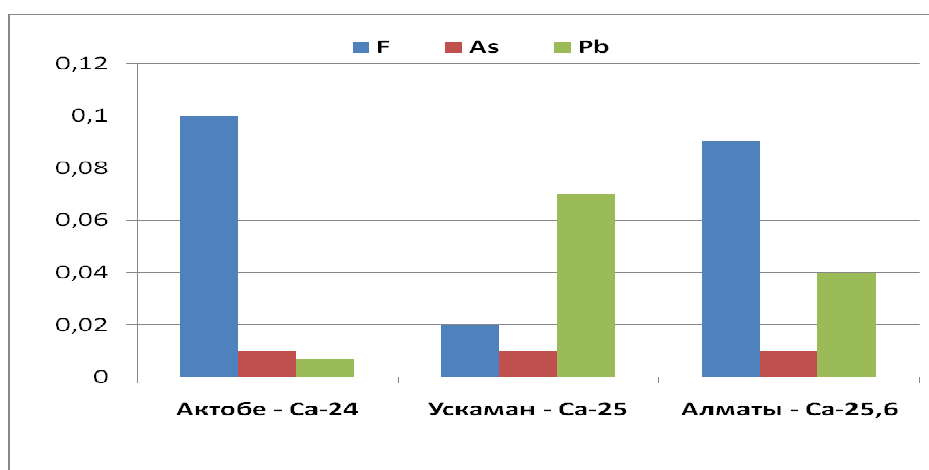


Рис. 2 – Химический состав дикальцийфосфата полученного от различных поставщиков, (%)

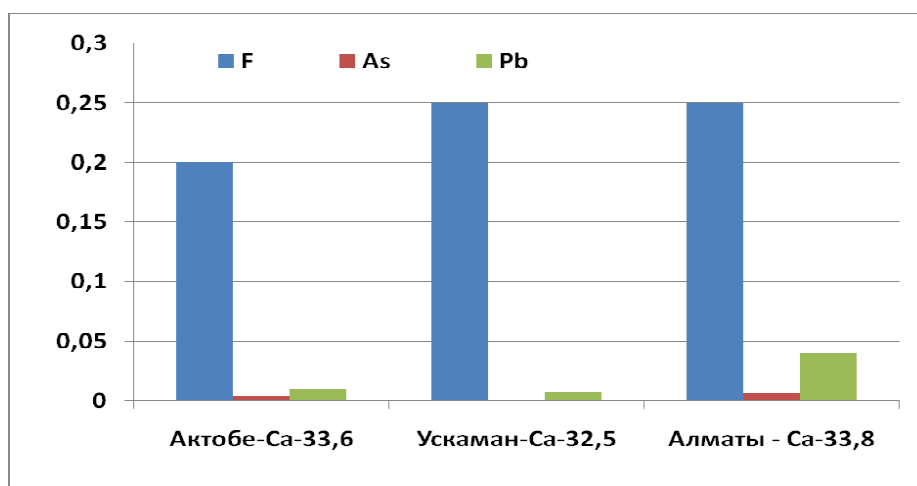


Рис. 3 – Химический состав трикальцийфосфата полученного от различных поставщиков, (%)

Данных по изучению безопасности применяемых в рационах животных кормовых фосфатов не имеется и поставляемая к потребителю продукция не проверяется на фактическое содержание токсических элементов.

Эксперименты по выяснению безвредности различных фосфатов проводились в лаборатории контроля и стандартизации премиксов ВГНКИ ветпрепаратов в г. Москве, Государственной научно-исследовательской контрольной лаборатории фармакологии и токсикологии Республики Казахстан в г. Алматы, научно-внедренческой лаборатории «Стимулятор» при Алматинском Областном агропромышленном комитете, ТОО FTB «Сотрапу» в г. Алматы и птицеводческих, свиноводческих хозяйствах Республики Казахстан.

Опыты по изучению безопасности кормовых фосфатов проводили на 2,5 месячных помесных поросятах, из которых по принципу аналогов (пол, возраст, масса тела, скорость роста) было сформировано 10 групп по 12 голов в каждой.

Все подопытные животные получали один и тот же рацион (полнорационный комбикорм, рецепт ПК 55–26, предназначенный для контрольного откорма порослят), к которому были добавлены испытуемые вещества. Кормление проводили 3 раза в сутки – комбикормом, обогащенным соответствующими добавками.

Всех подопытных порослят содержали в одинаковых условиях, отвечающих зооветеринарным требованиям.

Группа 1, 2 и 3-я (по 12 голов) получала основной рацион + монокальцийфосфат.

Группа 4, 5 и 6-я (по 12 голов) получала основной рацион + дикальцийфосфат.

Группа 7, 8 и 9-я (по 12 голов) получала основной рацион + трикальцийфосфат.

Группа 10-я (12 голов) получала основной рацион + трикальцийфосфат стандартный.

Опыты проводились в два периода. В первый (сравнительный) период, продолжительностью в 20 дней, поросята получали только основной рацион, а затем к нему добавляли указанные выше добавки.

В течение опыта учитывали: сохранения поголовья, массу животных, потребление корма по фактическому расходу кормов и после убоя, сортность туш, мясные качества, химический состав длиннейшего мускула спины, содержания кальция и фосфора в костях.

Предварительный период адаптации прошел без каких-либо нарушений в физиологическом состоянии порослят.

Через 30 дней после применения препаратов во всех группах был отмечен лучший рост, развитие порослят, данные эксперимента приведены на рис. 4. Среднесуточные показатели прироста, как видно из рисунка 4, по периодам были достоверно выше в контрольной группе порослят.

Затраты корма по группам были также неодинаковы, наибольший расход корма отмечался в группах порослят, получавших моно- и дикальцийфосфат, в то время, как в группе порослят, получавших трикальцийфосфат особый (чистый) расход корма был наименьшим.

Следовательно, показатели: рост порослят, затраты корма на единицу продукции, указывают на то, что трикальцийфосфат особый (чистый), по сравнению с другими фосфатами, обеспечивал более высокий уровень обмена веществ в организме порослят, в то время как от применения моно- и дикальцийфосфатов хозяйства тратят больше корма на 1 кг прироста.

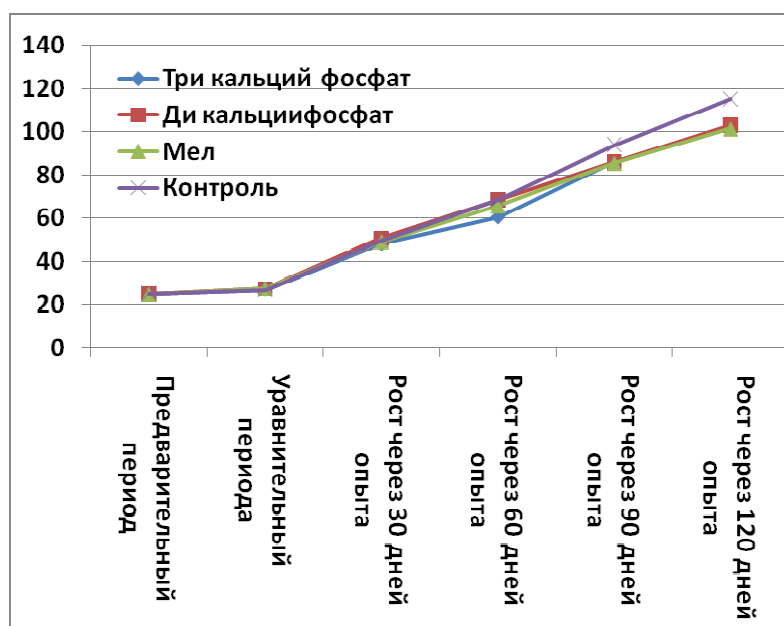


Рис. 4 – Динамика роста поросят (кг)

Оценка сортности туш показала, что свиньи, получавшие трикальцийфосфат особый (чистый), имели лучшую упитанность и отнесены к сальной и полусальной категориям, а все животные, получавшие моно- и дикальцийфосфат имели среднюю и ниже средней упитанность и отнесены к категории мясных.

По относительному выходу мяса и химическому составу длиннейшего мускула спины различия между группами были незначительными, отмечено лишь более высокое содержание жира в мышцах поросят из групп, получавших трикальцийфосфат особый (чистый).

Результаты исследования содержания в сыворотке крови кальция, неорганического фосфора и щелочной фосфатазы приведены на рис. 5.

В печени контрольных поросят содержание витамина А было выше по сравнению с другими группами.

На основании полученных результатов по росту, развитию поросят, в течение экспериментального периода, можно сделать вывод о том, что у поросят из групп, получавших трикальцийфосфат особый (чистый) отмечен максимальный рост и развитие, улучшились продуктивные показатели, в то время как после применения фосфатов с высоким содержанием их в составе токсических элементов, у поросят нарушался обмен веществ. Так, например, содержание кальция в костях было ниже в группах поросят, получавших высокий уровень фтора, у некоторых животных развилась анемия.

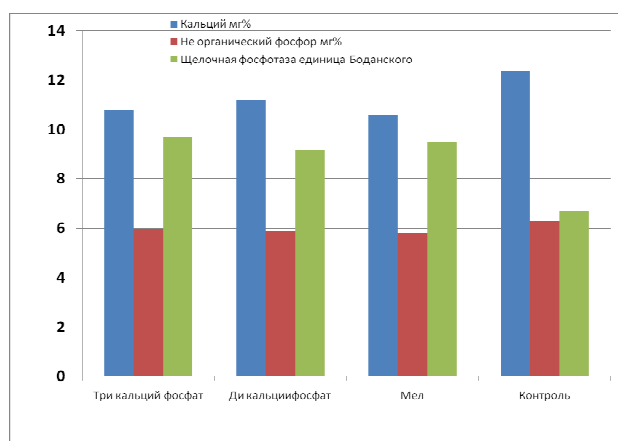


Рис. 5 – Биохимические данные сыворотки крови 120-дневных поросят

Учитывая вышесказанное, для кормления животных необходимо использовать кормовые фосфаты после тщательного контроля уровня токсических элементов и не использовать минеральное сырьё неизвестного происхождения, с целью обеспечения безопасности животноводческой продукции.

Литература

1. Тусупбекова С.Т., Свамбаев Е.А., Свамбаев Ж.А., Султанбеков Г.А. Свамбаев А.С. Фармакологическая эффективность препаратов витамина Д₃ при откорме телят на мясо. – Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса» 3-4 март 2009 г., г. Иваново.
2. Свамбаев Е.А., Свамбаев Ж.А., Султанбеков Г.А., Свамбаев А.С. Уровень селена при экспериментальном отравлении организма ураном. – Материалы Первого Международного Съезда Российских ветеринарных фармакологов и токсикологов «ЭФФЕКТИВНЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА В ВЕТЕРИНАРИИ» МСХ РФ ФГЦУ ВПО «Санкт-Петербургская Государственная Академия ветеринарной медицины» Санкт-Петербург 19-22 мая 2009 г.
3. Свамбаев Е.А., Свамбаев Ж.А., Султанбеков Г.А. Свамбаев А.С. Кауашев С.К. Медико-биологические основы использования тапиоки в питании. – Вестник КазНПУ им. Абая, Алматы 2008 г. – № 2 (16). – С. 29-34.
4. Свамбаев А. Применения препаратов витамина А и Д в животноводстве – Вестник науки Акмолинского сельхозинститута, 1996. – № 4.
5. Свамбаев А. Влияние различных доз гранувита Д при выращивании животных – Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана НИЦ «Бастау», г. Алматы, 1996. – № 3.

УДК 629.35:664.7:725.36

ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО СКЛАДУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ДОСТАВЛЯЄ ЗЕРНО НА ДП “КУЛІНДОРІВСЬКИЙ КХП”

Страхова Т.В., канд. техн. наук, доц., Станкевич Г.М., д-р техн. наук, проф.,
Будюк Л.Ф., канд. техн. наук, доц.
Одеська національна академія харчових технологій

Наведено результати досліджень кількісно-якісного складу автомобільного транспорту, що доставляє зерно на підприємство, а також рекомендації до підвищення пропускної здатності підприємства.

Ключові слова: зерно, елеватор, автомобільний транспорт, порія.

The research results of the quantity and quality of the motor transport that delivers grain to the industrial plant are given. The recommendations on increasing of the throughput capacity of the industrial plant are given also.

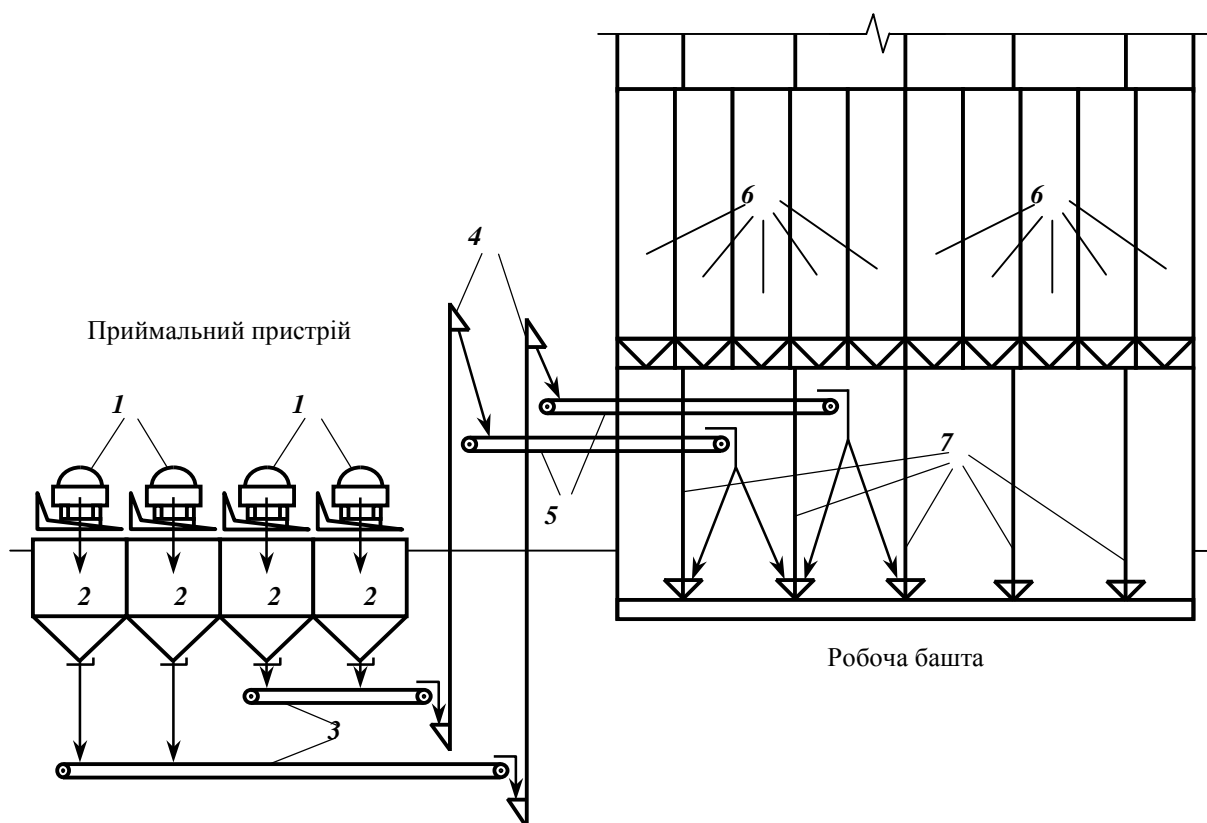
Keywords: grain, elevator, road transport, hole.

Постановка проблеми. Хлібоприймальні підприємства та елеватори, що приймають зерно з автомобільного транспорту, повинні забезпечити обслуговування автомобілів без затримки. Для ефективної організації приймання зерна необхідно враховувати в першу чергу нерівномірний характер його надходження, співвідношення основних культур, що надходять на підприємство та кількісно-якісний склад автомобільного транспорту [1, 2].

Метою проведеної роботи було дослідження кількісно-якісного складу автомобільного транспорту та обґрунтування шляхів підвищення пропускної здатності підприємства.

Методика досліджень. Дослідження проводили в період надходження зерна у 2008, 2009, 2010 роках. Для кожного року вибирали три доби з максимальним надходженням зерна, для яких визначали співвідношення основних культур, марки, вантажопідйомність та типи автомобілів, що доставляли зерно на підприємство.

Результати та їх обговорення. Для більш повного використання автомобілерозвантажувачів та забезпечення приймання різних культур без їх змішування бажано мати можливість приймання декілька партій в одному пристрої. Але в приймальних пристроях більшості елеваторів можна прийняти стільки партій зерна, скільки встановлено конвеєрів, що зв'язують приймальні пристрої з робочою баштою. Так,



1 – автомобілерозвантажувачі У15-УРВС; 2 – приймальні бункери; 3, 5 – приймальні конвеєри; 4 – приймальні норії; 6 – оперативні бункери; 7 – основні норії робочої башти елеватора

Рис. 1 – Схема технологічної лінії приймання зерна з автотранспорту на ДП "Куліндорівський КХП"

на ДП "Куліндорівський КХП" (рис. 1) встановлено чотири автомобілерозвантажувача У15-УРВС, кожен два з них розвантажуються у приймальні бункери, з яких зерно подається на один конвеєр. Таким чином, існує тільки два приймальних потоки, а, отже, одночасно можна приймати тільки дві партії.

На рис. 2 наведено співвідношення партій зерна у 2008, 2009 та 2010 рр., які надходили на ДП "Куліндорівський КХП".

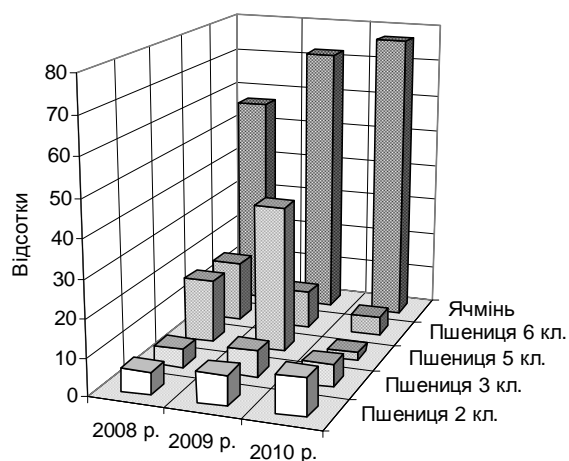


Рис. 2 – Співвідношення основних культур, що надходять на ДП "Куліндорівський КХП" у дні максимального надходження зерна

Як видно із наведеного співвідношення культур, в одному із приймальних потоків можна приймати ячмінь, а в другому — пшеницю. Але якщо пшениця буде різних класів, які змішувати також не можна, то треба змінювати маршрут, що призведе до затримки вивантаження автомобільного транспорту.

Дослідження вантажопідйомності автомобілів (нетто) представлено у вигляді гістограм розподілу мас партій зерна, що доставляється автомобільним транспортом, по добам його надходження (рис. 3).

Аналіз гістограм по роках показує, що кількість автомобілів великої вантажопідйомності зростає, або тримається на певному рівні. Так, у діапазонах 24-28 т кількість автомобілів була відповідно 42, 65 та 70; в діапазоні 32-36 т — 55, 50, 45; в діапазоні 32-36 т — 23, 48, 27. На усіх гістограмах видно, що більшість машин знаходиться в інтервалі вантажопідйомності від 24 тонн і вище.

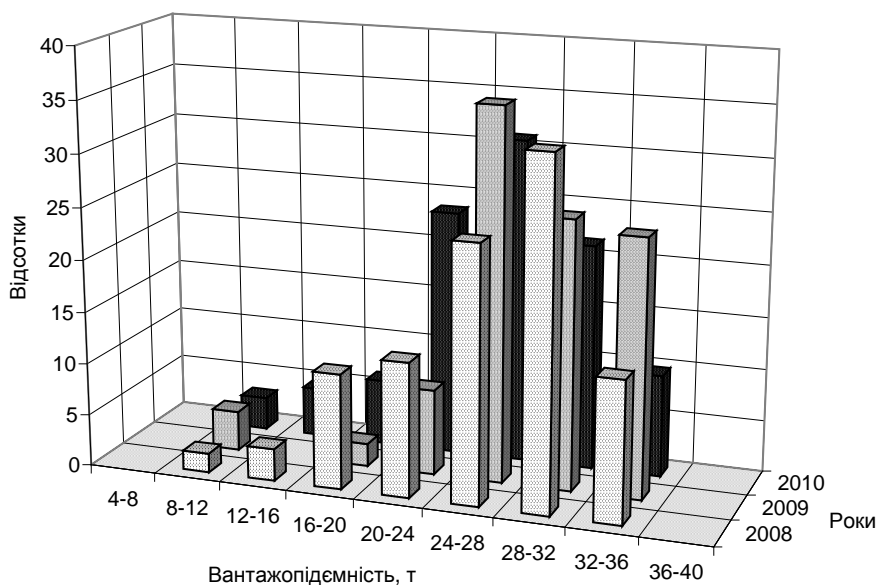


Рис. 3 – Гістограма розподілу частки машини різної вантажопідйомності, що доставляли зерно у 2008-2010 роках

Після математичної обробки даних з підприємства отримали наступний розподіл якісного складу автомобілів (рис. 4).

Аналіз співвідношення показує, що в досліджений період заготівель найбільше зерна перевозилось автомобілями МАЗ та МАН. Слід відмітити, що гранична вантажопідйомність автомобілів складає 36 тонн. Разом з тим, існують автомобілі, вантажопідйомність яких вже перевищує цей показник, наприклад МАН до 41 тонни, Mercedes-Bens Actros 1844 до 42 тонн, ДАН до 42 тонн, Івеко -

32,4 М до 40 тонн. Довжина цих автомобілів та автомобілів КамАЗ з причепами знаходиться в інтервалі від 18 до 22 м.

Встановлені на ДП “Куліндорівський КХП” автомобілерозвантажувачі У15-УРВС мають довжину платформи 18,8 м, а граничну вантажопідйомність (брутто) 47 тонн, маса порожніх автомобілів великої вантажопідйомності знаходиться в інтервалі 11...16 тонн. Можна зробити висновок, що існуючі автомобілерозвантажувачі вже являються вузьким місцем на підприємстві, оскільки стримують приймання зерна із автомобілів великої вантажопідйомності, які мають довжину більшу довжини платформи У15-УРВС.

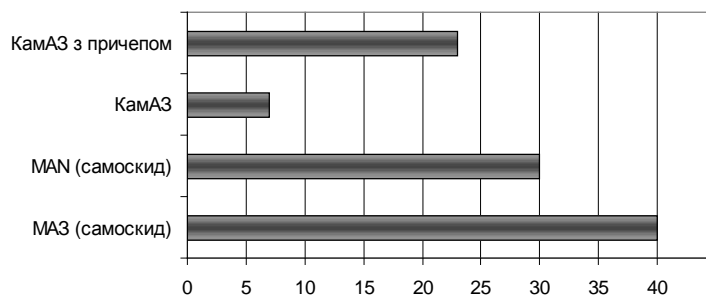


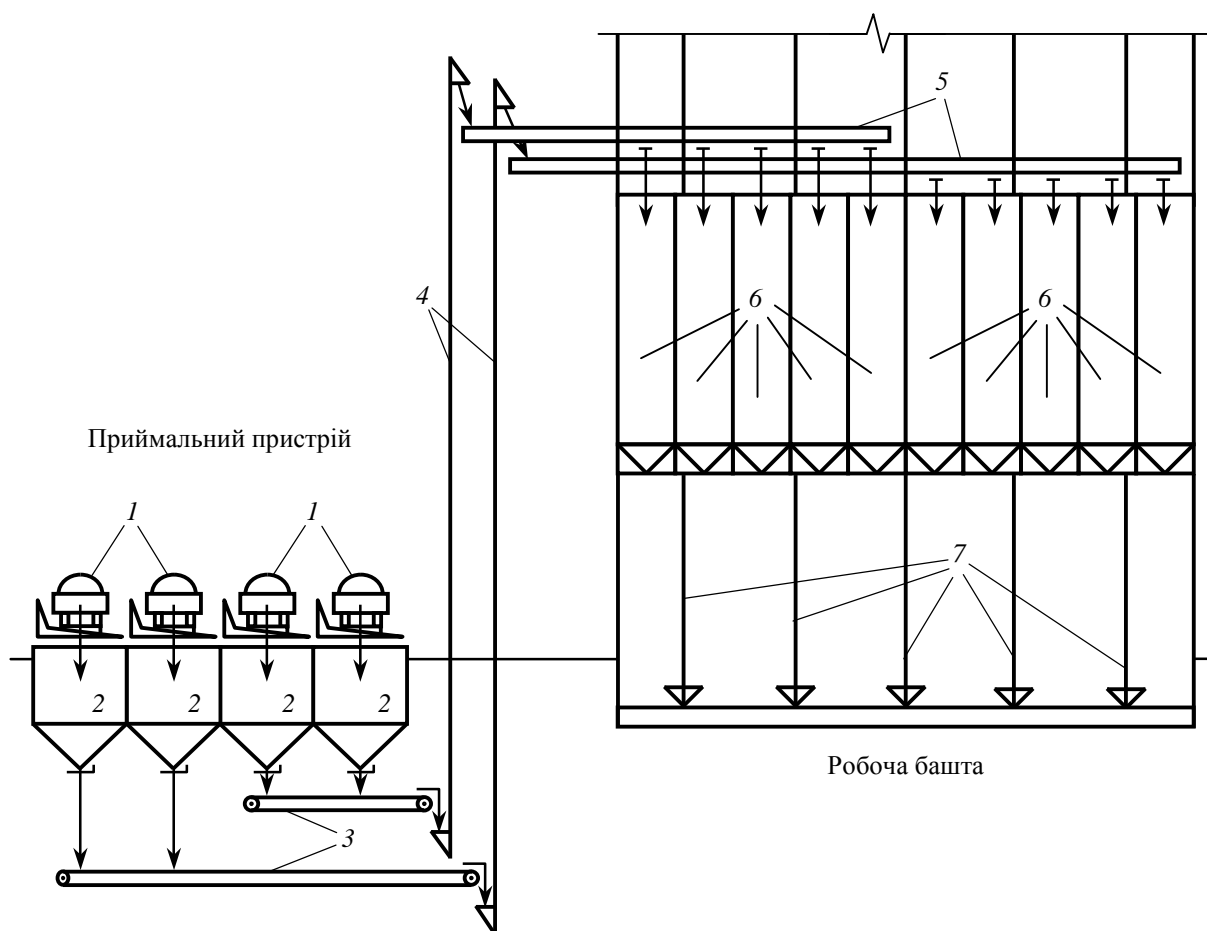
Рис. 4 – Співвідношення марок автомобілів, що доставляють зерно на ДП “Куліндорівський КХП”

Пропускна здатність приймального пристрою з автомобільного транспорту визначається не тільки зовнішньою, але й внутрішньою роботою елеватора. Оскільки у лініях відсутні приймальні накопичувальні бункери, то довжина маршруту значна, а, отже, переміщення зерна по ньому більше тривалості вивантаження автомобіля. Тривалість внутрішньої роботи по переміщенню зерна із автомобіля по цьому маршруту буде більша, ніж зовнішньої. Тому бажано передбачити у кожній технологічній лінії приймання зерна із автомобільного транспорту приймальні накопичувальні бункери. Пропонована схема такої технологічної лінії приймання зерна з автотранспорту на Куліндорівському КХП наведена на рис. 5.

Одним із шляхів нарощування продуктивності автомобілерозвантажувачів є збільшення довжини платформи. Як варіант, можна розглянути можливість заміни встановлених на підприємстві автомобілерозвантажувачів на більш потужні (табл. 1).

Таблиця 1 – Співвідношення вантажопідйомності та довжини платформи різних автомобілерозвантажувачів

Марка автомобілерозвантажувача	РАГ-65	ГАРУ-22	РМБ-24/1	БАРС-80
Вантажопідйомність, т	77	80	80	120
Довжина платформи, м	23,5	22	22	24



1 – автомобілерозвантажувачі У15-УРВС; 2 – приймальні бункери; 3 – приймальні конвеєри;
4 – приймальні норії; 5 – приймальні шкребкові конвеєри; 6 – приймальні накопичувальні бункери;
7 – основні норії робочої башти елеватора

Рис. 5 – Схема пропонуваної технологічної лінії приймання зерна з автотранспорту на ДП "Куліндорівський КХП"

При реконструкції приймального пристрою необхідно також перевірити, чи справляються приймальні потоки (конвеєри) із збільшенням маси зерна, що вивантажується із автомобілів.

Висновки. Оперативні можливості приймального пристрою з автомобільного транспорту на ДП "Куліндорівський КХП" можна підвищити шляхом реконструкції і оснащення кожної лінії приймання приймальними накопичувальними бункерами, які не треба додатково встановлювати, а можна використати оперативні бункери робочої башти збірної конструкції. Таких бункерів, згідно норм, необхідно мати 3-4 на один приймальний потік, місткість їх має бути не менше 60 тонн кожного. Це дасть змогу швидше приймати різномірні партії зерна, у тому числі пшениці, формуючи їх у приймальних накопичувальних бункерах перед направленням та очищення або сушіння.

Література

1. Гудилин, А.В. Технология обработки зерна на элеваторах / А.В. Гудилин, С.М. Савченко – М.: Колос, 1982. – 124 с.
2. Фейденгольд, В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов: Монография. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2005. – 370 с.

УДК 664.723.012.4–027.236 : 725.36

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕВАТОРА ДЕРЖКОМРЕЗЕРВУ УКРАЇНИ

Будюк Л.Ф., канд. техн. наук, доц., Станкевич Г.М., д-р техн. наук, проф.,
Страхова Т.В., канд. техн. наук, доц., Кац А.К. канд. техн. наук, доц.
Одеська національна академія харчових технологій

На основі графоаналітичного методу проведено аналіз ефективності технологічного процесу діючого елеватора Держкомрезерву України, уточнені коефіцієнти використання основних норій та надані рекомендації з їх підвищення.

Ключові слова: робоча схема руху зерна і відходів, технологічні лінії, графоаналітичний метод.

Based on graph analysis method analyzes the effectiveness of the process operating elevator State Committee of Ukraine, specified ratios of fixed elevators and recommendations on their improvement.

Keywords: working plan of the grain and waste, production lines, graph-analytic method.

Постановка проблеми. У найближчу перспективу населення земної кулі зросте до 9 млрд. чоловік, що потребує значних обсягів продовольства для запобігання голоду. Маючи багаті чорноземи, Україна може підвищити свій рейтинг у ряді ТОП-менеджерів, що здійснюють експорт зерна. З цією метою Мінагрополітики України на перспективу ставить завдання довести обсяги його валового збору до 80 млн. тонн, у тому числі для забезпечення продовольчої безпеки України — до 24 млн. тонн. Тому є необхідність дослідити ефективність технологічного процесу підприємств цього призначення з метою її підвищення.

Мета дослідження визначення ефективності технологічного процесу діючого елеватора Держкомрезерву України та шляхів її підвищення.

Методика дослідження. Об'єктом дослідження було обрано діючий елеватор Держкомрезерву України у Миколаївській обл. Для аналізу ефективності схеми його технологічного процесу обрано графоаналітичний метод, який дозволяє оцінити завантаження його основних норій при роботі їх у добу максимальних обсягів приймання зерна з автотранспорту, а також післязбиральної обробки зерна та відпускання на його автотранспорт. Цей метод застосовується як для побудови експлуатаційних графіків роботи елеваторів, які є базою для виявлення диспропорцій технологічного процесу та наукової організації праці на них, так і проектних, які будують при реконструкції підприємств з метою перевірки правильності розрахунків необхідного обладнання [1].

Результати та їх обговорення. Технологічний процес фондового елеватора у вигляді робочої схеми руху зерна і відходів наведено на рис. 1. Її аналіз показує, що схема одноступінчата, вона включає: 4 основні норії НЦ-175 продуктивністю $Q=175$ т/год.; 4 поворотні труби марки ТП-8-1 № 1 – № 4 з можливістю подачі зерна за 8-ма напрямками; 6 надсилосних стрічкових конвеєрів № 13 – № 18 з продуктивністю $Q=175$ т/год., які мають скидальні візки типу ТР-65; сепаратор марки КБС продуктивністю $Q=100$ т/год., відходи після яких подаються в бункери відходів ВБ44–ВБ54; шахтну зерносушарку ДСП-320Т прямої дії продуктивністю $Q=32$ пл.т/год.; підсилосні конвеєри № 5 – № 7, № 9 – № 11 продуктивністю $Q=175$ т/год; надсепараторні бункери ВБ40, ВБ41, ВБ50, ВБ51 загальною місткістю $E = 280$ т; підсепараторні бункери ВБ42, ВБ43 загальною місткістю $E=140$ т; 8 збірних залізобетонних силосних корпусів СКС-3×96 з квадратними силосами розмірами 3×3 м. Місткість силосного корпусу складає 18000 т, а загальна місткість силосних корпусів на елеваторі — 144000 т.

Для приймання зерна з автотранспорту на елеваторі передбачено дві лінії (два приймальних потоки). На першій лінії є два автомобілерозвантажувачі марок У-АРГ та У15-УРАГ. Під кожним розвантажувачем передбачено приймальний бункер ємністю по 32 т ($E=32$ т). Зерно з розвантажувача У-АРГ подається в приймальний бункер № 1, із нього на приймальний ланцюговий конвеєр № 27, далі на приймальну норію НЦ-175 № 5, а зерно з приймального бункера № 2, подається на приймальний ланцюговий конвеєр № 28, далі також на приймальну норію НЦ-175 № 5. Потім воно верхньою галереєю по стрічковому конвеєру №1($Q=175$ т/год.) направляється на основну норію НЦ-175 № 2 чи НЦ-175 № 3 робочої будівлі елеватора.

Друга лінія приймання зерна включає в себе два автомобілерозвантажувачі марки ГУАР-30 та У15-УРАГ, під кожним розвантажувачем також передбачено приймальний бункер місткістю по 32 т ($E=32$ т). Зерно з розвантажувача У15-УРАГ подається в приймальний бункер, після чого на приймальний ланцю-

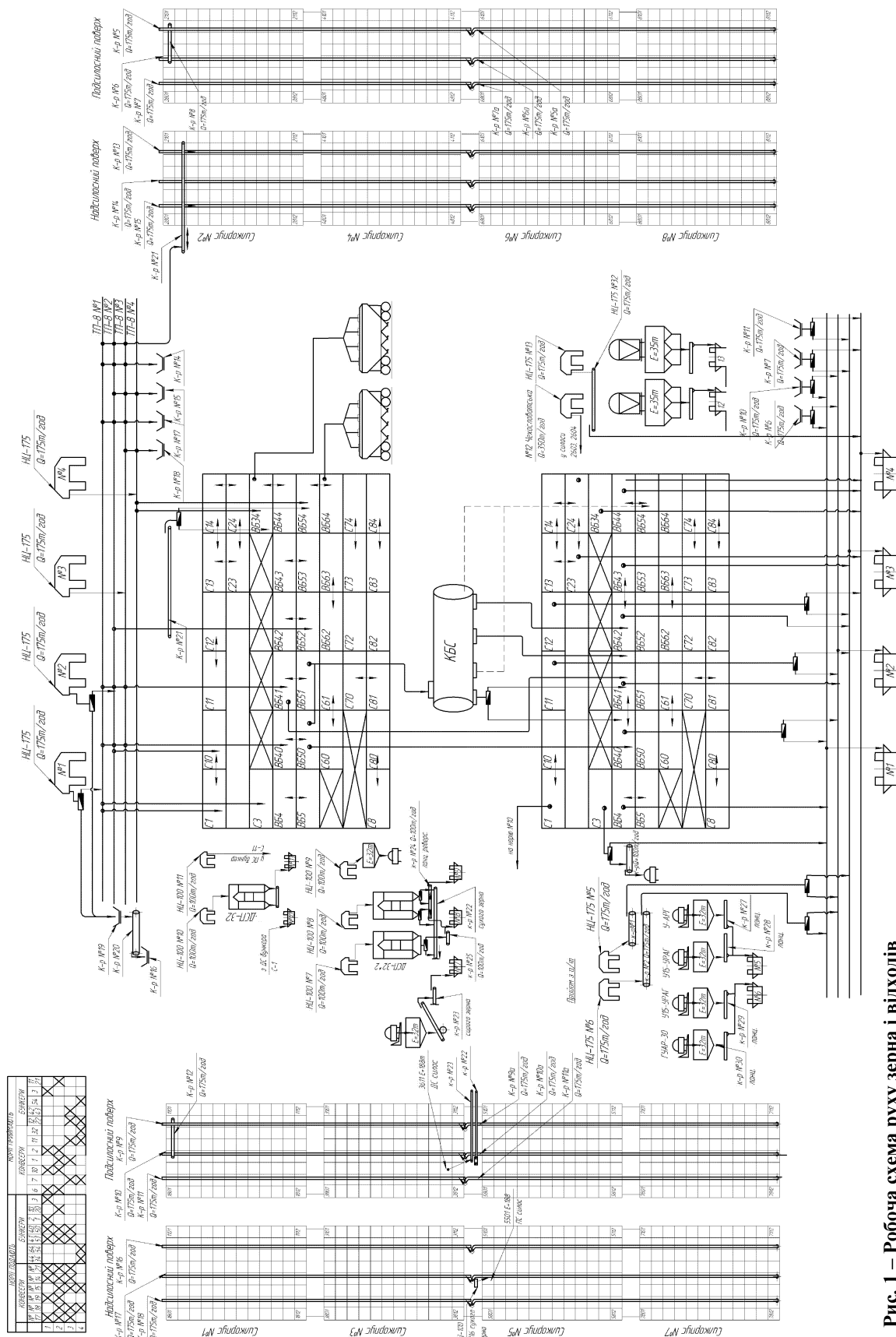


Рис. 1 – Робоча схема руху зерна і відходів

говий конвеєр № 29, далі на приймальну норію НЦ-175 № 6, а зерно з розвантажувача ГУАР-30 після приймального бункера, подається на приймальний ланцюговий конвеєр № 30, далі також на приймальну норію НЦ-175 № 6. З яких воно галереєю по стрічковому конвеєру № 2 ($Q=175$ т/год.) направляється на основні норії НЦ-175 № 1 чи НЦ-175 № 2 робочої будівлі елеватора.

Сучасні вимоги до розвитку підприємств елеваторної промисловості передбачають вивантаження зерна на більш продуктивних автомобілерозвантажувачах, які здатні розвантажувати автомобілі сучасних моделей (автомобілів-напівпричепів, автопоїздів з одним або кількома причепами, довгомірів) та включають в них приймальні накопичувальні бункери [2, 3].

Для приймання зерна із залізничного транспорту передбачені дві лінії, які працюють тільки після закінчення збору врожаю.

На першій лінії зерно з вагона зерновоза надходить в приймальний бункер місткістю $E=35$ т, далі на приймальний ланцюговий конвеєр, та, надалі, приймальною норією № 12 продуктивністю $Q=350$ т/год. передається на надсилосний конвеєр № 14 силосного корпусу № 2 і в силоси 2603 і 2604.

Друга лінія приймання зерна включає приймальний бункер місткістю $E=35$ т, приймальний ланцюговий конвеєр, приймальну норію НЦ-175 № 13 продуктивністю $Q=175$ т/год., стрічковий конвеєр № 32 продуктивністю $Q=175$ т/год., який направляє зерно на основну норію елеватора НЦ-175 № 4.

Лінія очищення зерна на сепараторі КБС-100 включає надсепараторні бункери ВБ40, ВБ41, ВБ50, ВБ51 (об'єднані), в які подають зерно норії № 1 – № 4. З них воно подається в сепаратор і, після очищення, направляється в підсепараторні бункери ВБ40–ВБ43 (об'єднані), а відходи — в бункери відходів ВБ44, ВБ54. З підсепараторних бункерів очищене зерно направляють на основні норії № 1, № 2, № 3 продуктивністю $Q=175$ т/год., а відходи — на норію № 4 продуктивністю $Q=175$ т/год.

Лінія сушіння зерна, яка працює у період приймання ранніх культур, включає морально та фізично застарілу зерносушарку ДСП-320Т продуктивністю $Q=32$ пл.т/год. Вона укомплектована двома норіями: норія № 10 марки НЦ-100 продуктивністю $Q=100$ т/год. для подачі сирого зерна з досушального бункера С1 місткістю $E=540$ т та норія № 11 марки НЦ-100 продуктивністю $Q=100$ т/год. для подачі просушеного зерна в після сушальний бункер С11 місткістю $E=360$ т. Встановлення зерносушарки між робочою будівлею і силосним корпусом порушує вимоги пожежної безпеки.

Для підвищення продуктивності зерносушарки та зменшення питомих витрат палива на сушіння зерна доцільне переведення лінії сушіння зерна на енергоощадні технології, наприклад, «сушіння – вдень, охолодження – вночі» [4].

На схемі (рис. 1) наведена також лінія сушіння зерна на базі спарених зерносушарок ДСП-320Тх2 продуктивністю $Q=64$ пл.т/год., яка використовується лише для сушіння зерна кукурудзи. Просушене зерно перевозиться автотранспортом у склади підлогового зберігання.

Лінія відпускання зерна на залізничний транспорт включає два відпускних бункера (відсіки у верхніх бункерах робочої будівлі елеватора). Відпускання може здійснюватись одразу у два вагона. В один вагон зерно завантажується з бункерів ВБ34–ВБ44 (об'єднані), в інший вагон з бункерів ВБ54–ВБ64 які також об'єднані. Місткість цих бункерів на відпускання в один вагон становить 100 т. Їх завантаження здійснюється норією робочої будівлі № 4 продуктивністю $Q=175$ т/год. Виділення відсіків у силосах погіршує умови зберігання зерна у них.

Лінія відпускання зерна на автомобільний транспорт включає відпускний накопичувальний бункер С3 місткістю $E=180$ т. Залишок зерна у бункері, завдяки перекидному клапану на самопливі, можна направити на норію робочої будівлі № 1 продуктивністю $Q=175$ т/год. і повернути у силос.

Аналіз описаної робочої схеми руху зерна і відходів показав, що схема лінії приймання зерна з автотранспорту на досліджуваному елеваторі є застарілою і незручною, оскільки приймання зерна здійснюється з нижньою подачею на башмаки основних норій. Зовнішня і внутрішня робота елеваторів не розділені, тому при значному завантаженні підприємства різні культури і класи зерна переміщують одразу у силос, що збільшує час внутрішньої роботи, знижує продуктивність розвантажування і можливу кількість приймання різнорідних партій зерна. Для усунення цих недоліків у лінії приймання зерна з автотранспорту доцільно передбачити приймальні-накопичувальні бункери (ПНБ).

Крім того, для забезпечення безперервної роботи обладнання елеватора, доцільно зробити ще один приймальний пристрій (потік) з автомобільного транспорту, що дозволить збільшити пропускну здатність елеватора та приймати зерно роздільно за класами та якістю.

У лінії очищення зерна на елеваторі контроль відходів не передбачений. Відходи, отримані при сепаруванні зерна, об'єднуються і направляються в бункери робочої будівлі, що є порушенням наказу № 661 Міністерства аграрної політики України від 13.10.2008 («Інструкція про ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах», п. 2), оскільки відходи отриманні при сепаруванні повинні розміщатись окремо і передаватись в

окремо розміщені бункера чи склад, для попередження змішування відходів із зерном в процесі транспортування їх основними норіями робочої будівлі.

Зважаючи на те, що приймання зерна сепаратором здійснюється тільки з чотирьох бункерів, які є об'єднаними, то це не дозволяє швидко переходити з очищення однієї партії на іншу.

На сьогоднішній день встановлений на елеваторі сучасний повітряно-решітний сепаратор КБС 1270.3.00 продуктивністю 100 т/год. є ефективним у виробництві, оскільки призначений для очищення всіх видів зернових, у тому числі зерна кукурудзи, бобових та круп'яних культур, насіння олійних культур, що мають різну засміченість та вологість. Він відокремлює домішки, що відрізняються шириною, товщиною і аеродинамічними властивостями від зерна основної культури. Виконує функції скальператора і сепаратора (застосовується для попередньої, первинної та вторинної очистки зернових, зернобобових та олійних культур). У процесі роботи машини вихідний продукт поділяється на шість фракцій. Однак великі габаритні розміри сепаратора не дозволяють раціонально використовувати верхні і нижні бункери робочої будівлі елеватора: сепаратор має один приймальний пристрій, і не всі бункери мають можливість подати зерно у нього.

Для аналізу завантаження основного транспортного обладнання, зерноочисного і зерносушильного устаткування, оцінки роботи приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів було побудовано експлуатаційний зведений графік. Для цього були проведені розрахунки зовнішньої роботи елеватора з приймання зерна з автотранспорту і відпускання на нього за добу та кожну зміну; оцінена середня продуктивність та час наповнення і випорожнення приймальних і відпускних бункерів, а також внутрішньої роботи елеватора по сушінню і очищенню зерна; визначені: тривалість очищення партій зерна і їх прибирання на зберігання; тривалість заповнення і випорожнення досушарних і післясушарних бункерів; тривалість сушіння партій сирого зерна для об'єму приймання ранніх культур 1260 т/добу, із яких 50 % — сире і вологе та 50 % — сухе зерно.

За отриманими даними побудовано зведений експлуатаційний графік, наведений на рис. 2. Із нього видно, що сепаратор КБС-100, як і основні норії елеватора, працюють протягом доби з простоями, сушарка справляється з запланованими обсягами робіт.

Дані узагальнених показників роботи основних норій, отримані із експлуатаційного зведеного графіка, наведені у табл. 1. Використовуючи ці дані, за відомими формулами [1]

$$K_t = \frac{\Sigma T_{\phi}}{n \cdot \tau \cdot 60}, \quad K_Q = \frac{\Sigma E_{\phi}}{n \cdot \tau \cdot Q}, \quad K_{в.сер.з.} = \frac{K_{в1}E_1 + K_{в2}E_2 + \dots + K_{вn}E_n}{E_1 + E_2 + \dots + E_n},$$

де ΣT_{ϕ} – сумарний фактичний час роботи норій, хв;

ΣE_{ϕ} – маса партій зерна, яка переміщена норіям за добу, т;

$E_1, E_2, \dots, E_n, E_1$ – маса партій зерна, що пройшли окремі операції, т;

$K_{в1}, K_{в2}, \dots, K_{вn}$ – коефіцієнти використання норій на окремих операціях;

Q – паспортна продуктивність норій, т/год.;

n – кількість основних норій,

були визначені коефіцієнти екстенсивного (за часом) K_t та інтегрального K_Q використання основних норій, а також середньозважений коефіцієнт використання основних норій $K_{в.сер.з.}$.

За співвідношенням $K_Q = K_t K_{в.сер.з.}$ проведена перевірка правильності побудови графіка.

Фактичні значення коефіцієнтів склали: $K_t = 0,25$, $K_Q = 0,19$, $K_{в.сер.з.} = 0,84$.

Висновки. Аналіз отриманих даних показує, що коефіцієнти використання основних норій елеватора K_t і K_Q вкрай низькі, оскільки лінії приймання зерна з автотранспорту не передбачають приймальних накопичувальних бункерів (ПНБ), які дозволяють розділити внутрішню і зовнішню роботу елеватора. Встановлення ПНБ та організація ще одного приймального потоку з автомобільного транспорту дозволить збільшити пропускну здатність елеватора, приймати і формувати у потоці приймання партії зерна за класами та якістю.

Встановлений в лінії очищення сепаратор нового покоління КБС продуктивністю 100 т/год. дозволяє виконувати функцію скальператора та сепаратора для зернових, бобових і олійних культур з високою ефективністю виділення домішок з них. Однак, його велика довжина призводить до нераціонального використання над- і підсепараторних бункерів елеватора, оскільки дозволяє проводити очищення зерна лише з одного приймального пристрою.

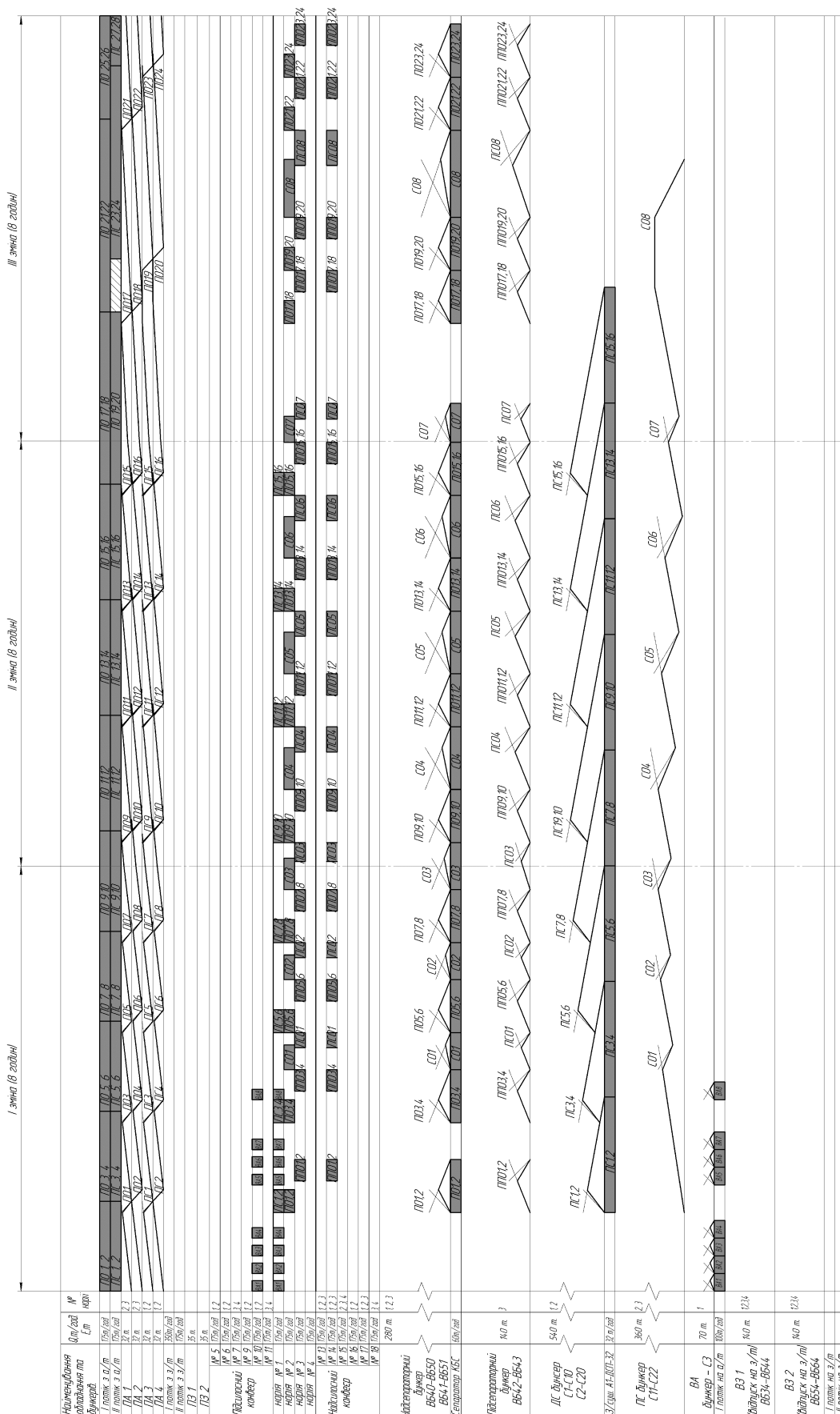


Рис. 2 – Зведенний експлуатаційних графік

Таблиця 1 – Зведені показники роботи норій по операціях за зміну максимальної роботи елеватора

Основні норії елеватора	Операції, що виконуються на елеваторі						Всього
	ПО	ПС	СО	ПСО	ППО	ВА	
	Коефіцієнт використання норій на даних операціях, K_g						
	0,8	0,8	0,9	0,85	0,85	0,85	
№ 1	–	$\frac{16 \cdot 30}{16 \cdot 12,86}$	–	–	–	$\frac{8 \cdot 30}{8 \cdot 12,10}$	$\frac{720}{302,56}$
№ 2	$\frac{24 \cdot 30}{24 \cdot 12,86}$	–	$\frac{2 \cdot 41,6 + 53,16 + 3 \cdot 70,6 + 44 + 98,2}{2 \cdot 27,73 + 35,44 + 3 \cdot 47,07 + 29,3 + 65,47}$	–	–	–	$\frac{1210,36}{635,45}$
№ 3	–	–	–	$\frac{2 \cdot 41,6 + 53,16 + 3 \cdot 70,6 + 44 + 98,2}{2 \cdot 16,78 + 21,44 + 3 \cdot 28,48 + 17,75 + 39,61}$	$\frac{24 \cdot 30}{24 \cdot 12,10}$	–	$\frac{1210,36}{488,2}$
№ 4	–	–	–	–	–	–	–
Разом	$\frac{720}{308,64}$	$\frac{480}{208,86}$	$\frac{490,36}{326,81}$	$\frac{490,36}{197,8}$	$\frac{720}{290,4}$	$\frac{240}{96,8}$	$\frac{3140}{1426}$

Умовні позначення:

- ПО – подача прийнятого з автотранспорту сухого зерна на очищення;
- ПС – подача прийнятого з автотранспорту сирого зерна на сушіння;
- ППО – прибирання прийнятого з автотранспорту та очищеного сухого зерна на зберігання;
- СО – прибирання просушеного зерна, прийнятого з автотранспорту, та подача його на очищення;
- ПСО – прибирання просушеного і очищеного зерна, прийнятого з автотранспорту, на зберігання;
- ВА – відпускання партій зерна на автотранспорт.

Література

1. Платонов, П.Н. Элеваторы и склады. – 3-е изд., перераб. и доп. / П.Н. Платонов, С.П. Пунков, В.Б. Фасман – М.: Агропромиздат, 1987. – 319 с.
2. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов: Монография. – М.: Изд. Комплекс МГУПП, 2005. – 370 с.
3. Відомчі норми технологічного проектування хлібоприймальних підприємств та елеваторів (ВНТП–СГП-46-28-96). – Харків: Харківський ПЗП, 1995.
4. Станкевич, Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Атаназевич. – К.: Либідь, 1997. – 352 с.

РОЗДІЛ 2

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ
НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ
І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ НЕХЛЕБОПЕКАРНЫХ ВИДОВ МУКИ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент,
Котузаки Е.Н., ассистент,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены результаты исследований влияния различных видов модифицированных крахмалов, как рецептурной составляющей, на водосвязывающую способность, структурно-реологические и качественные характеристики бисквитного теста и выпеченного полуфабриката.

The results of researches of influence of different types of the modified starches are resulted in the article, as by a compounding constituent, on ability to link water, structural and rheological properties and high-quality descriptions of biscuit test and baked intermediate product.

Ключевые слова: нехлебопекарные виды муки, бисквитное тесто, бисквитные полуфабрикаты, модифицированные крахмалы, вязкость, водосвязывающая способность, удельный объем, относительная пластичность, крошливость.

Совершенствование технологии и улучшение качества, расширение ассортимента бисквитных полуфабрикатов, а также получение изделий с заранее заданными свойствами возможно за счёт поиска новых нехлебопекарных видов муки для составления мучных смесей с различными функциональными свойствами. Использование при производстве бисквитных полуфабрикатов смесей из нехлебопекарных видов муки позволяет не только регулировать химический состав и, как следствие, повысить пищевую ценность готовых изделий, придать им функциональную направленность, но и корректировать технологические свойства муки, структурно-реологические свойства теста, показатели качества бисквитных полуфабрикатов, а также эффективнее использовать зерновые ресурсы и снизить себестоимость продукции [1, 2].

Основная роль в образовании пенообразной структуры бисквитного теста принадлежит яйцепродуктам. Массовая доля пшеничной муки в таком тесте невелика, кроме того, технологией бисквитных изделий предусмотрено использование муки со слабой клейковиной. В противном случае полуфабрикаты будут иметь малый объем и низкую пористость из-за значительного сопротивления упругой клейковины расширению пузырьков воздуха в результате повышения температуры при выпечке. Использование мучных композитных смесей позволит этого избежать, поскольку белки всех нехлебопекарных видов муки клейковину не образуют [3]. Однако проведенные ранее исследования показали, что полная замена пшеничной муки на нехлебопекарные приводит к снижению вязкости бисквитного теста, что, вероятно, связано с особенностями фракционного состава белков, отсутствием клейковины в таком бисквитном тесте, а также с различиями в размерах, строении и соотношении составляющих крахмальных зерен нехлебопекарных видов муки. Это, в свою очередь, сказывается на прочности и продолжительности существования пенообразной структуры бисквитного теста. Кроме того, выпеченные бисквитные полуфабрикаты отличались повышенной крошливостью, а образцы на основе рисовой муки имели несколько сниженный удельный объем по сравнению с образцом на пшеничной муке [4, 5].

Поэтому для регулирования качества бисквитных полуфабрикатов на основе нехлебопекарных видов муки, исследовали целесообразность использования при их производстве разных видов модифицированных крахмалов как гидроколлоидов стабилизирующих структуру теста и, как следствие, качество готовых изделий. В современных технологиях пищевых производств широко используются свойства нативных крахмалов, однако, режимы технологических процессов и условия хранения становятся все более жесткими, а требования к качеству готового продукта все более высокими. Направленное изменение свойств нативного крахмала в результате физического, химического, биохимического или комбинированного воздействия позволяет провести такую обработку, вследствие которой крахмал приобретает специфические технологические свойства необходимые производителю для приготовления определенной группы изделий: растворимость, вязкость, прозрачность, стабильность [6]. При проведении исследований за основу была принята стандартная рецептура на «Бисквит основной», где пшеничную муку (ПМ) заменяли нехлебопекарными видами муки: кукурузной (КМ), просяной (ПрМ), овсяной (ОМ), рисовой (РМ) и мукой из крошки овсяных (ОхМ), просяных (ПрхМ), рисовых (РхМ), ячменных хлопьев (ЯхМ), а картофельный крахмал – модифицированными крахмалами Paselli P (E1412), Paselli BC (E1414) и Paselli

WA-4. Данные виды картофельного крахмала являются предварительно клейстеризованными, дикрахмалфосфатами. Модифицированный крахмал Paselli BC (E1414) – ацелированный «сшитый» [7]. При проведении исследований был выбран «холодный» способ приготовления бисквитных полуфабрикатов, поэтому определения вязкости и водосвязывающей способности проводили при температуре 20 °С.

Предварительные исследования показали нецелесообразность замены картофельного крахмала модифицированным крахмалом Paselli WA-4 при производстве бисквитных полуфабрикатов, так как это приводит к проявлению плотной, липкой крупинчатой структуры теста, тягучести в процессе отливки в формы, что, вероятно, объясняется тем, что данный вид крахмала не стабилизированный и обладает длинной текстурой. Поэтому для дальнейших исследований использовали модифицированные крахмалы Paselli P (E1412) и Paselli BC (E1414).

Важным технологическим свойством для пенообразного бисквитного теста является вязкость, выполняющая роль структурно-механического барьера при образовании и разрушении пенообразной структуры, обуславливающая ее прочность и продолжительность существования, т.е. стабильность. Вязкостные свойства бисквитного теста в зависимости от вида используемой нехлебопекарной муки были рассмотрены нами ранее [3, 4]. Результаты исследования влияния модифицированных крахмалов на вязкость бисквитного теста из пшеничной и нехлебопекарных видов муки (скорость сдвига составляла $0,1667 \text{ c}^{-1}$) свидетельствуют, что внесение этих видов крахмалов приводит к увеличению его вязкости (рис. 1).

$\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$

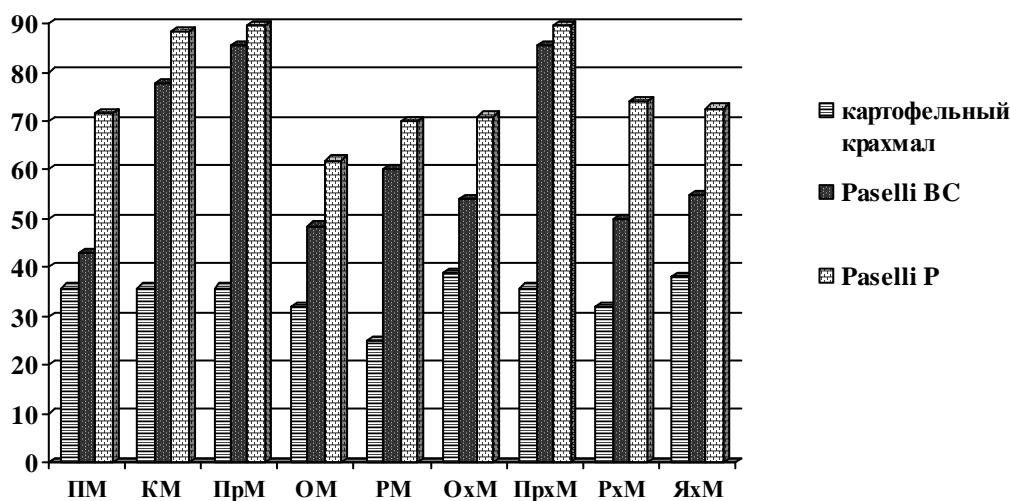


Рис. 1 – Влияние модифицированных крахмалов на вязкость бисквитного теста на основе пшеничной и нехлебопекарных видов муки

Повышенная вязкость у образцов теста с внесением модифицированного крахмала Paselli BC (E1414) по сравнению с картофельным крахмалом, очевидно, обусловлена тем, что при его получении происходит сшивание поперечных молекул крахмала между собой в результате взаимодействия гидроксильных групп, что вызывает укрепление трехмерной сетки структуры. Если сравнивать вязкость образцов теста с модифицированными крахмалами Paselli P (E1412) и Paselli BC (E1414) между собой, то следует отметить, что у образцов с внесением модифицированного крахмала Paselli BC (E1414) этот показатель ниже, так как данный вид крахмала относится к ацелированному, а ацелирование снижает вязкость его клейстеров, но повышает их стабильность [7]. Таким образом, используя модифицированные крахмалы можно корректировать вязкость теста при производстве бисквитных полуфабрикатов на основе нехлебопекарных видов муки, предопределяя этим показатели их качества.

Сравнение способности различных видов крахмалов поглощать и удерживать влагу проводили по их водосвязывающей способности, которую определяли методом центрифугирования [9]. Анализ полученных результатов исследований показал, что модифицированные крахмалы по степени гидрофильности отличаются от нативного крахмала (рис. 2а). Суспензии образцов смеси муки и крахмала для проведения исследований готовились при температуре воды 20 °С, а как известно, нативный крахмал в воде до 40–45 °С набухает ограничено и зерна сохраняют первоначальную структуру. В отличие от нативных, ис-

следуемые крахмалы растворимы в холодной воде, обладая при этом высокой влагоудерживающей способностью. Снижение показателя водосвязывающей способности у образцов с внесением модифицированного крахмала Paselli BC (E1414) по сравнению с модифицированным крахмалом Paselli P (E1412), возможно, объясняется тем, что данный вид крахмала относится к «сшитым», а укрепление гранул крахмала в результате поперечного связывания приводит к снижению их набухания.

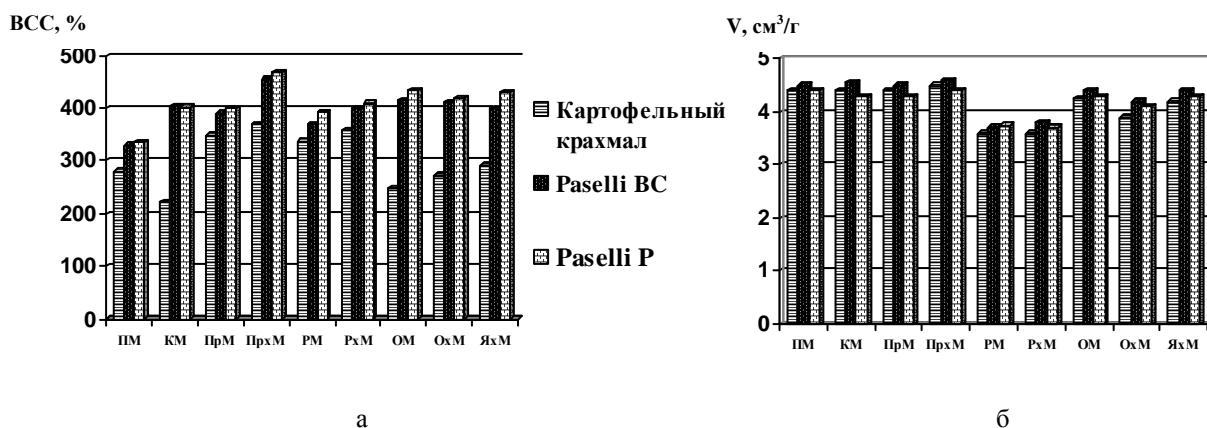


Рис. 2 – Влияние модифицированных крахмалов на водосвязывающую способность пшеничной и нехлебопекарных видов муки (а); на удельный объём выпеченных полуфабрикатов (б)

Анализ качества выпеченных полуфабрикатов показал, что наибольший удельный объём имели образцы, содержащие модифицированный крахмал Paselli BC (E1414) (рис. 2б). Данный вид крахмала относится к ацетилованным, а значит, обладает пеностабилизирующими свойствами, способностью образовывать прочные пленки и стойкие при хранении клейстеры. Пленки из ацетата крахмала, получаемые путем высушивания раствора, более гибкие, лучше растягиваются без разрыва, чем пленки из неацетилованного исходного крахмала. Кроме того, образуя гелеобразные структурированные слои, эти тонкие прослойки в бисквитном тесте, обладая механической прочностью, мешают коагуляционному воздействию между частицами дисперсной фазы теста (воздуха), являясь стабилизаторами, предопределяя при этом получение хорошего удельного объёма.

Анализируя структурно-механические свойства бисквитных полуфабрикатов из нехлебопекарных видов муки по сравнению с бисквитами на пшеничной муке, следует отметить, что упругие свойства их снижались, а пластические увеличивались (рис. 3а). Очевидно, это связано с отсутствием упруго-эластичных клейковинных белков.

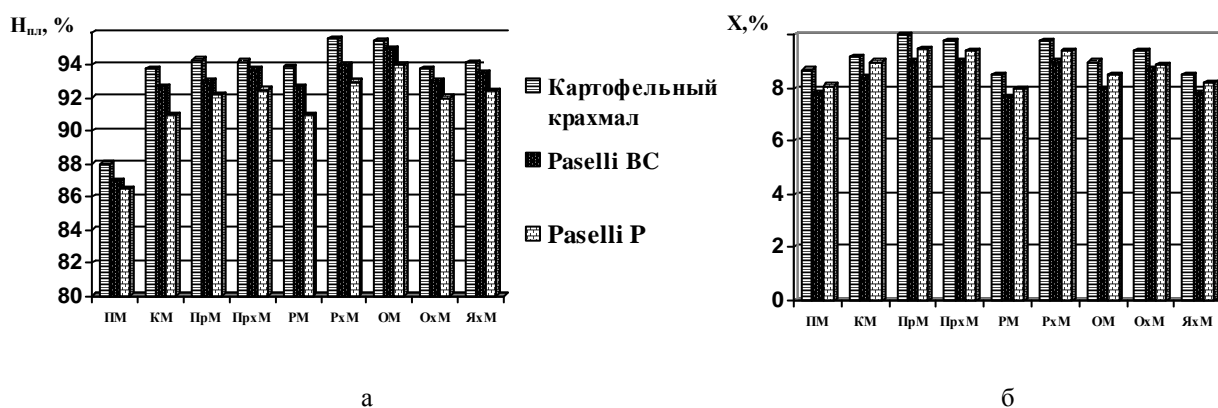


Рис. 3 – Влияние модифицированных крахмалов на относительную пластичность (а) и крошливость (б) выпеченных бисквитных полуфабрикатов из пшеничной и нехлебопекарных видов муки

Внесение в рецептуру бисквитных полуфабрикатов из нехлебопекарных видов муки модифицированных крахмалов приводило к снижению пластических свойств и увеличению упругих по сравнению с

образцами на картофельном крахмале. То есть, используя данные виды модифицированных крахмалов можно регулировать структурно-механические характеристики бисквитных полуфабрикатов, так как, обладая повышенной степенью гидрофильности (см. рис.2а) и способностью образовывать прочные пленки при набухании, модифицированные крахмалы способствуют повышению упругих свойств мякиша.

Различное изменение крошливости (рис. 3б) бисквитных полуфабрикатов при использовании нехлебопекарных видов муки обусловлено различной их водосвязывающей способностью (см. рис. 2а), полимеризацией гидроколлоидов данных видов муки [5, 10]. Значения крошливости у образцов с внесением модифицированных крахмалов были ниже, чем у образцов с картофельным крахмалом. Образующийся вязкий коллоидный раствор нативного крахмала во время выпечки, после охлаждения, вероятно, превращается в термодинамически неустойчивый гель, для которого характерен процесс самопроизвольного необратимого упрочения, сопровождающийся сжатием сетки геля с выделением воды, что приводит к повышению крошливости образцов на картофельном крахмале. Для модифицированных «сшитых» крахмалов за счет образования трехмерной сетки характерно образование растворов, отличающихся прочностью, повышенной устойчивостью к механическим воздействиям и тепловой обработке.

Внесение модифицированных крахмалов Paselli P (E1412), Paselli BC (E1414) в бисквитное тесто позволило получить изделия с улучшенными органолептическими показателями. Выпеченные бисквитные полуфабрикаты отличались эластичностью, что является необходимым условием для получения высококачественных бисквитных рулетов, хорошей структурой пористости, наблюдалось некоторое осветление мякиша, что является положительным фактором при использовании темноокрашенных видов муки. Все образцы хорошо сохраняли свою форму, имели нежную текстуру. Вносимые виды модифицированных крахмалов не придавали изделиям посторонний привкус и запах.

Таким образом, применение модифицированных крахмалов при производстве бисквитных полуфабрикатов из нехлебопекарных видов муки позволит регулировать их качество а именно:

- корректировать технологические свойства нехлебопекарных видов муки;
- регулировать структурно - реологические свойства теста и выпеченных полуфабрикатов;
- использовать их в качестве стабилизаторов структуры теста из нехлебопекарных видов муки;
- снизить крошливость выпеченных изделий;
- улучшить органолептические показатели готовых изделий.

Литература

1. Иоргачева Е.Г. Зерновые композитные смеси в составе мучных кондитерских изделий / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, С.П. Липовецкая // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2002. – Вип.24. – С. 268-271.
2. Иоргачова К.Г. Борошняні кондитерські вироби з продуктами переробки амаранту // Зб.наук.пр. ОДАХТ. – Одеса, 1999. – Вип.19. – С. 62-65.
3. Дробот В.І., Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.
4. Иоргачева Е.Г. Влияние мучных композитных смесей на показатели качества бисквитных полуфабрикатов / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки, Н.Н. Кожокарь // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2009. – Вип.36. – Т. 1. – С. 216-221.
5. Макарова О.В. Свойства бисквитных полуфабрикатов на основе на основе муки из продуктов переработки гречки / О.В. Макарова, Е.Г. Иоргачева, Е.Н. Котузаки // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 1 (14). – С. 47-50.
6. По материалам сайта www.крахмал-рокет
7. По материалам сайта www.prodobavki.com
8. Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини. – К.: Академперіодика, 2001. – 487 с.
9. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.И. Новые методы контроля хлебопекарного производства. – К.: «Техника», 1977. – 191 с.
10. Иоргачева Е.Г. Технологические свойства компонентов безглютеновых мучных смесей / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки, И.В. Быстрика // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2011. – Вип.40. – Т. 1. – С. 104-107.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКЛАДЕНОГО ВИПІКАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Солоницька І.В., канд. техн. наук, доцент, Пшенишнюк Г.Ф., канд. техн. наук, доцент,
Пісанецька О.С., магістрант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розробка та удосконалення технологій відкладеного випікання буде сприяти розвитку нового напрямку в сучасному хлібопеченні, наприклад, при виробництві хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення на основі технологій заморожених напівфабрикатів.

Development and improvement of technologies delayed baking will develop a new direction in the Bakery - baked goods, powered by baking pending health-care setting.

Ключові слова: технологія відкладеного випікання, порошок морської капусти, заморожені напівфабрикати, пробна лабораторна випічка, глибоке заморожування.

Технології відкладеного випікання з'явилися у 30-х роках 20 століття, коли пекарі вперше випробували охолодити тісто. Але лише через півстоліття його почали використовувати для виготовлення здобних виробів. Нині технологія відкладеного випікання застосовується для різноманітних видів виробів як традиційних, так і оригінальних сортів.

В Україні вже досить помітна наявність на прилавках магазинів, у місцях громадського харчування хлібопекарської продукції, виробленої із заморожених напівфабрикатів. Ця продукція приваблює покупців свіжістю, ароматом і хорошим товарним виглядом. Технології заморожування тістових заготовок і виробництво напівфабрикатів високого ступеня готовності – одна з інноваційних альтернатив для задоволення споживчих переваг запропонованого асортименту і забезпечення населення свіжоспеченими хлібобулочними виробами.

Однією зі сталих тенденцій на ринку хлібобулочних виробів із заморожених напівфабрикатів є збільшення попиту на вироби та продукцію з різноманітними начинками, а також асортимент виробів для здорового та лікувального харчування.

Розробка та удосконалення технології відкладеного випікання дасть розвиток нового напрямку в хлібопеченні – виробництво хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення на основі технології заморожених напівфабрикатів забезпечить населення України широким асортиментом свіжовипечених хлібобулочних виробів без збільшення числа обслуговуючого персоналу і техніки, дозволить розширити асортимент хлібобулочних виробів шляхом введення на ринок свіжовипечених хлібобулочних виробів спеціального та лікувально-профілактичного призначення [1, 2].

Для виробника запропонована технологія має ряд переваг. Використання в торгових центрах заморожених хлібобулочних напівфабрикатів не потребує розширення штату за рахунок фахівців, які здійснюють процес тістоведення. При використанні заморожених хлібних напівфабрикатів практично відсутній нерезалізований товар, оскільки випікання нових партій відбувається в міру реалізації попередніх. Завдяки більш тривалому терміну зберігання з'являється можливість краще планувати виробництво, готувати товарний запас оптимізуючи процес виробництва. Економія часу на виробничий цикл складає при цьому до 30 %.

За рахунок тривалого терміну зберігання продукції є можливість економити кошти при закупівлі сезонних інгредієнтів (за нижчими цінами і більш високої якості – більш свіжі), бути повністю незалежними від основного виробника хліба. На такому підприємстві використовується більш просте технологічне обладнання, а в асортименті завжди наявні гарячі і ароматні вироби.

Сутність технології відкладеного випікання полягає у тому, щоб сповільнити або призупинити біотехнологічні процеси бродіння мікроорганізмів у борошняних напівфабрикатах і тісті, наприклад за рахунок суттєвого зниження їхньої температури. Завдяки цьому технологічному прийому можливе тривале зберігання заморожених напівфабрикатів у морозильній камері та після дефростації отримання за мінімальний час свіжої ароматної випічки в місці продажу чи споживання.

Таким чином, використання різних видів технології відкладеного випікання є досить актуальною темою на сьогодні.

До технологій відкладеного випікання відноситься:

— готове до формування тісто;

- готові до вистоювання тістові заготовки;
- готові до випікання тістові заготовки;
- часткове випікання хліба (part baked);
- випечені заморожені вироби.

Тісто, що готове до формування, випускається у блоках і шматках. Тісто, готове до вистоювання, розподіляється на напівфабрикати: заморожені після формування, блокове вистоювання, сповільнене вистоювання; тісто, готове до випікання, тісто з дефростацією та без дефростації. Часткове випікання поділяється на класичне, експрес-випікання та напіввипечена бріюш.

Сьогодні отримало інтенсивний розвиток впровадження низьких температур у виробництво напівфабрикатів високого ступеня готовності – частково і майже повністю випечених.

Відмінною особливістю технологічного процесу зі стадією заморожування при частковій випічці є те, що початкову стадію цього процесу прагнуть скоротити до можливо мінімального. Вироби випікають до повного формування структури м'якушки та відповідного ступеня клейстеризації крохмалю. Недостатня тривалість випічки може призвести до зниженого об'єму виробів зі зморшкуватою нерівною поверхнею, оскільки напівфабрикати двічі піддаються випічці і деформування скоринки та інтенсивність забарвлення поверхні таких виробів значно більші, ніж у виробів, приготованих традиційним способом.

Для виробників хлібобулочних виробів велике значення має забезпечення стабільної якості і привабливого для споживача зовнішнього вигляду готових виробів при одночасних мінімальних енергетичних витратах під час випічки. Для забезпечення стабільної якості хлібобулочних виробів, вироблених за допомогою технології заморожування, потрібні високий професіоналізм пекаря, необхідне морозильне обладнання, оптимальні умови технологічного процесу і високоякісна сировина. За даною технологією можливе використання поліпшувачів.

Основними напрямками для поліпшення якості виробів при використанні заморожених напівфабрикатів є: зміцнення структури тіста, підвищення вологоутримувальної здатності, забезпечення еластичності тіста і стабільності його фізико-механічних властивостей, а також підтримання на необхідному рівні життєдіяльності дріжджових клітин [3,4].

Одна з основних тенденцій на ринку заморожених хлібобулочних виробів – збільшення попиту на житні вироби та продукцію з різноманітними начинками, а також асортимент виробів для здорового та лікувального харчування.

До технологій відкладеного випікання відноситься приготування готового до формування тіста, тістових заготовок до вистоювання та випікання, часткового випікання та заморожування виробів. Тісто, що готове до формування, випускається у блоках і шматках; готове до вистоювання – розподіляється на напівфабрикати, заморожені після формування, для блокового вистоювання, сповільненого вистоювання; тісто, готове до випікання; тісто з дефростацією та без дефростації. Часткове випікання поділяється на класичне, експрес-випікання та напіввипечена бріюш.

Якість заморожених напівфабрикатів залежить від багатьох факторів. До них належить якість сировини, що використовується, технологічні параметри при замішуванні тіста, заморожуванні напівфабрикатів та при їхньому зберіганні.

Разом з тим у технології глибокого заморожування борошняних напівфабрикатів існує ряд проблем. До них можна віднести проблеми зі збереженням активності дріжджових клітин під час заморожування та холодильного зберігання напівфабрикатів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є використання осмоотолерантних дріжджів, у яких підвищена кріорезистентність. При попаданні у тісто вони починають активно споживати резервні цукри. Коли їхня кількість зменшується, дріжджова клітина стає більш подразливою, тому тривалість бродіння замішаного тіста має бути зведена до мінімального.

Для приготування заморожених напівфабрикатів найкраще використовувати пресовані дріжджі, сухі ж дріжджі не доцільно використовувати при зберіганні заморожених напівфабрикатів більше чотирьох тижнів [5, 6].

При низькому вмісті клейковини в пшеничному борошні необхідно при використанні технології відкладеного випікання додавати до рецептури суху клейковину в кількості 1,5-2 %. Для технології заморожених напівфабрикатів важливим є дотримання певних умов, таких як інтенсивне замішування тіста, що забезпечує утворення розвиненого клейковинного каркасу; температуру тіста після замісу слід підтримувати в межах 16-20 °С для сповільнення процесу бродіння; мати відносно міцну консистенцію тіста, що впливає на формостійкість тістових заготовок під час розморожування.

Забезпечення даних технологічних параметрів можливе при використуванні льоду чи крижаної води, сухого льоду чи рідкого азоту, водяної сорочки для охолодження діжі. Взагалі, всю сировину необхідно охолоджувати, вносити дріжджі необхідно за 3-5 хв. до закінчення замісу. Бродіння тіста потрібно максимально скоротити, а процес попереднього вистоювання має забезпечувати лише релаксацію тіста і ні в якому разі процес його бродіння [7,8].

При проведенні досліджень визначали:

- вплив сорту борошна на оптимальний вміст порошку морської капусти для хлібобулочних виробів, випечених за технологією відкладеного випікання;
- оптимальний час випікання для отримання задовільних органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів;
- вплив режимів заморожування напівфабрикатів на якість готових виробів.

Попередньо визначали оптимальний вміст порошку морської капусти в рецептурі тіста. Пробне лабораторне випікання хліба з порошком морської капусти, що додавався у кількості 0,5, 1, 1,5 % та 2 % до маси борошна, проводилось безопарним способом із використанням для замісу тіста фаринографа Брабендера, для бродіння тіста та вистоювання тістових заготовок – термостата ТС-80, випічки – лабораторної печі РЗ – ХПЛ.

Для дослідів використовували 2 види борошна: борошно пшеничне вищого гатунку та борошно пшеничне 1 гатунку задовільної якості [9, 10].

Готові вироби аналізувались за фізико-хімічними та органолептичними показниками, які наведені у табл. 1 і табл. 2.

Таблиця 1 – Аналіз якості готових виробів із різним відсотковим вмістом порошку морської капусти для борошна вищого гатунку

Показники	Витрати порошку морської капусти до маси борошна, %				
	Контроль	0,5	1,0	1,5	2,0
Вологість, %	42,5	42,5	43,0	42,8	43,8
Пористість, %	78	77	75	75	74
Кислотність, град.	3,2	3,4	3,4	3,4	3,6
Органолептична оцінка:					
Стан поверхні	Гладка, без тріщин та підривів				
Форма	Правильна	Правильна	Правильна	Правильна	Правильна
Колір скоринки	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Коричневий	Коричневий	Коричневий
Стан м'якушки	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір світлий	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір світлий	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями
Смак	Задовільний, властивий даному сорту хліба				
Запах	Властивий хлібу, без сторонніх запахів	Властивий хлібу, без сторонніх запахів	Не відчувається запах водоростей	Не відчувається запах водоростей	Не відчувається запах водоростей
Упікання, %	9,6	8,5	8,8	9,8	10,0
Характеристика пористості	Рівномірна, пори дрібні та тонкостінні				
Формостійкість	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45

На основі проведених досліджень та отриманих даних робимо висновок про доцільність використання для виробів, випечених за технологією відкладеного випікання, порошку морської капусти у кількості 1,5 % від маси борошна. За фізико-хімічними показниками відмінності з контролем мали зразки з відсотковим вмістом порошку 2,0 % – зменшувалась пористість та формостійкість даних зразків. Зразки з вмістом порошку у кількості 0,5 % 1,0 % та 1,5 % суттєво не відрізнялись від контролю за фізико-хімічними і органолептичними показниками.

Таблиця 2 – Аналіз якості готових виробів з різним відсотковим вмістом порошку морської капусти для борошна першого ґатунку

Показники	Вміст порошку морської капусти до маси борошна першого ґатунку, %				
	Контроль	0,5	1,0	1,5	2,0
Вологість, %	43,5	43,5	44,0	43,5	44,0
Пористість, %	76	72	72	70	70
Кислотність, град	3,2	3,4	3,6	3,6	3,6
Органолептична оцінка:					
Стан поверхні	Гладка, без тріщин та підривів				
Форма	Правильна	Правильна	Правильна	Правильна	Правильна
Колір скоринки	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Коричневий	Коричневий	Коричневий
Стан м'якушки	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір світлий	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір світлий	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими вкрапленнями	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими вкрапленнями	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими вкрапленнями
Смак	Задовільний, властивий даному сорту хліба				
Запах	Властивий хлібу, без сторонніх запахів	Властивий хлібу, без сторонніх запахів	Не відчувається запах водоростей	Не відчувається запах водоростей	Не відчувається запах водоростей
Упікання, %	9,3	9,2	9,3	9,0	9,1
Характеристика пористості	Рівномірна, пори дрібні та тонкостінні				
Формостійкість	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38

Далі визначали оптимальний час випікання для отримання задовільної якості готових виробів за органолептичними та фізико-хімічними показниками та проводили дослідження впливу заморожування на якість готових виробів.

На підставі попередніх досліджень [11-14], для визначення оптимального часу випікання виробів для подальшого їхнього заморожування та холодильного зберігання були проведені дослідження, за якими тістові заготовки випікались на 30, 50 і 70 % від оптимальної тривалості випікання до повної готовності. Після холодильного зберігання допечені до готовності вироби аналізувались за фізико-хімічними і органолептичними показниками якості. Результати досліджень наведені в табл. 3.

Аналіз отриманих даних вказує на тенденцію зниження показників пористості у зразках, довипечених після холодильного зберігання, також незначно зростає їхня кислотність. Всі зразки характеризуються хорошою формостійкістю.

За органолептичними показниками найкращими виявились зразки, що випікались протягом 70 % від оптимальної тривалості випікання до готовності. Вони мали тонкостінні і дрібні пори, гарний колір скоринки, без слідів непромісу. Колір м'якушки був світліший ніж у зразків, які випікалися лише на 30 і 50 % перед зберіганням.

Необхідно зауважити, що зразки, які випікалися лише на 30 %, при заморожуванні «осідали», скоринка зазнавала деформацій і при подальшому випіканні поверхня виробів була негладкою та з тріщинами. Вироби, які випікалися на 50 % та довипікалися після заморожування та подальшого холодильного зберігання, мали кращі органолептичні показники, ніж попередні зразки. Їхня поверхня була більш гладкою, але при довипіканні колір скоринки виробу не набував необхідного забарвлення.

При порівнянні якості контрольних зразків та зразків, що випікалися за технологією відкладеного випікання за фізико-хімічними та органолептичними показниками за останнім варіантом дослідів практично не відрізнялись, тому саме технологія відкладеного випікання, при якій вироби випікаються на 70 % забезпечує їхні оптимальні фізико-хімічні та органолептичні показники з повторним випіканням після 24 год. зберігання при кімнатній температурі та після 7 діб холодильного зберігання.

Таблиця 3 – Якість готових виробів з 1,5 % порошку морської капусти, які випікались до готовності через 24 год зберігання (зразок 1) та після 7 діб холодильного зберігання (зразок 2)

Показники	Тривалість випікання до холодильного зберігання виробів, %											
	30				50				70			
	Борошно пшеничне в/г		Борошно пшеничне 1г		Борошно пшеничне в/г		Борошно пшеничне 1г		Борошно пшеничне в/г		Борошно пшеничне 1г	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Вологість, %	42,6	42,8	43,8	43,6	42,5	42,8	43,5	43,6	42,4	42,2	43,7	43,4
Пористість, %	75	73	73	72	76	73	78	70	76	70	70	65
Кислотність, град	2,8	3,0	3,0	3,2	3,1	3,3	3,1	3,4	3,2	3,4	3,2	3,5
Органолептична оцінка:												
Стан поверхні	Гладка, без тріщин та підривів											
Форма	Правильна		Правильна		Правильна		Правильна		Правильна		Правильна	
Колір скоринки	Світло-коричневий		Світло-коричневий		Коричневий		Світло-коричневий		Світло-коричневий		Коричневий	
Стан м'якушки	Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями		Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями		Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями		Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями		Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями		Добре пропечена, еластична, без слідів непромісу, колір сірий із зеленуватими краплями	
Смак	Задовільний, властивий даному сорту хліба											
Запах	Властивий хлібу, без сторонніх запахів, запах водоростей не відчувається											
Упікання, %	12,2	12,4	13,0	13,3	12,0	12,2	12,9	13,1	10,9	11,1	12,1	12,4
Характеристика пористості	Рівномірна, пори дрібні та тонкостінні											
Формостійкість	0,40	0,35	0,35	0,30	0,44	0,40	0,37	0,33	0,43	0,38	0,38	0,35

Література

1. Інтернет ресурс. – <http://www.hlibnahata.com.ua>
2. Інтернет ресурс. – <http://www.sq.dt-kt.net>
3. Военная А. Качество хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов/ А.Военная, И. Матвеева // Хлебопродукты. 1996. – №6. – С.18-20.
4. Мартыненко Н.С. Влияние способов подготовки полуфабрикатов к замораживанию и выпечке на качество готовых изделий/ Н.С.Мартыненко, О.Н. Буянови и др. // Хлебопечение России. 2006. – № 1–С. 16-17.
5. Кветный Ф.М. О замораживании хлебобулочных изделий/ Ф.М.Кветный, М.Ю. Юрко// Хлебопечение России. 2006. – № 1. – С.22-23.
6. Лабутина Н. Зависимость свойств теста при замораживании и хранении от состава ржаной муки / Н.Лабутина, В.Черных, Т.Повещенко // Хлебопродукты. 2000. – № 12. – С.14-16.
7. Г. Магомедов, Е. Пономарева, В. Турищев и др. Бездрожжевой хлеб на основе сбивных замороженных полуфабрикатов // Хлебопродукты. 2006. – № 8. – С. 50-51.
8. Кульп К.Производство изделий из замороженного теста/ К. Кульп, К. Лоренц, Ю. Брюммер; пер.с англ. под общ.ред. И.В. Матвеевой. – СПб.: Профессия. 2005. – С. 127-131.
9. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
10. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.

11. Пшенишнюк Г.Ф. Перспективи раціональної технології дрібно штучних булочних виробів в умовах підприємств торгівельної мережі/ Г.Ф.Пшенишнюк, Т.Є. Лебеденко, В.В.Ковалевич// Наукові праці. 2008, Вип. 34, том1.– С.160-164.
12. Солоницька І.В. Основи заморожування тістових заготовок// Харчова наука і технологія. 2009. – № 1 – С.79-82.
13. Солоницька І.В. Вплив рецептурних компонентів на якість виробів лікувально-профілактичного призначення із заморожених напівфабрикатів /І.В. Солоницька, Г.Ф. Пшенишнюк./Харчова наука і технологія. 2010. – № 1 – С.17-21.
14. Солоницька І.В. Обґрунтування апаратурно-технологічної схеми виробництва хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення із заморожених напівфабрикатів/І.В. Солоницька, Г.Ф. Пшенишнюк // Харчова наука і технологія. 2011. – № 1 – С. 23-25.

УДК [664.661.022.3-035.66+633.35]:664.642

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКОЇ ТА ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ

**Лебеденко Т.Є., канд. техн. наук, доцент, Новічкова Т.П., канд. техн. наук, доцент,
Кожевнікова В.О., магістрант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

У даній статті наведено результати досліджень із інтенсифікації процесу тістоприготування. Проведено теоретичний аналіз хімічного складу, впливу на організм людини та визначено технологічні властивості анісу, гороху, м'яти перцевої та хмелю. Досліджено їхній вплив на хлібопекарські властивості борошна, дріжджів та якість готових виробів.

In this article the results of researches on intensification of the dough-making process. The theoretical analysis of chemical compound, influence on human body is performed and technological properties of anise, peas, peppermint and hop are defined. Their influence on baking properties of flour, yeast and quality of bakery products is studied.

Ключові слова: рослинні добавки, активація дріжджів, пшеничні закваски

Якість хлібобулочних виробів у значній мірі залежить від правильності ведення кожної технологічної стадії їхнього виробництва, але приготування тіста є найважливішим та найтривалішим етапом, під час якого формуються смак та аромат, розпушеність, еластичність та колір м'якушки, стан і забарвленість скоринки та інші органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники готової продукції. Використання прискорених способів тістоприготування дозволяє значно скоротити технологічний цикл, зекономити виробничі площі та обладнання, зменшити витрати сухих речовин на бродіння, покращити економічні показники діяльності підприємств галузі.

Однак інтенсивні способи приготування тіста мають свої недоліки. Вони є технологічно негнучкими, тобто немає можливості при необхідності корегувати параметри технологічного процесу. Безопарне тісто повільно набирає кислотність внаслідок недостатньої інтенсивності біохімічних, мікробіологічних та колоїдних процесів, при цьому в ньому накопичується мало ароматичних і смакових речовин. Тому вироби мають прісний смак і слабо виражений аромат, швидко черствіють і часто піддаються мікробіологічному псуванню. Підвищені витрати пресованих дріжджів та використання синтетичних хлібопекарських поліпшувачів негативно впливають на здоров'я людини та піднімають питання безпеки хліба, який є одним із основних продуктів харчування.

Саме тому в наш час активно ведуться розробки нових технологій, які дозволили б не тільки скоротити час приготування тіста, а й підвищити якість готової продукції, подовжити термін зберігання та були б безпечними для споживача. [1-2]

Відомо, що одним із найефективніших факторів впливу на інтенсивність процесу приготування пшеничного тіста є активація хлібопекарських дріжджів з метою їхньої адаптації до умов хлібопекарських напівфабрикатів та підвищення біотехнологічних властивостей. Більшість розроблених способів активації дріжджів передбачають використання в основному борошна, але вміст засвоєваних цукрів, амінокис-

лот, вітамінів і неорганічних з'єднань у ньому недостатній, тому такі живильні суміші є неповноцінними для метаболізму дріжджів.

У пшеничному борошні відсутні такі речовини, як пантотенова й аскорбінова кислоти, холін, недостатньо біотину, не завжди містяться вітаміни Е і В₆. Для забезпечення росту й розвитку дріжджові клітини мають потребу в амінокислотах, вітамінах, неорганічних речовинах – фосфорі, магнії, залізі й міді, у мікроелементах – йоді, борі, кобальті, марганці й олові.

Використання у складі живильних середовищ рослинної сировини, багатой на мікро- і макронутрієнти дозволяє не тільки створити сприятливі умови для розвитку мікрофлори, а й підвищити харчову і біологічну цінність готових виробів. [3]

В якості об'єктів дослідження були вибрані аніс звичайний, горох посівний, м'ята перцева, хміль звичайний, які використовуються для приготування деяких видів національних хлібних виробів в якості компонентів пшеничних заквасок спонтанного бродіння.

Горох посівний вирізняється високим вмістом білків, повноцінних за амінокислотним складом, та наявністю всіх вищезазначених вітамінів і мінеральних речовин, але, на відміну від сої, в більшості представлений не генетично модифікованим продуктом.

Аніс і м'ята містять такі вітаміни, як В₃, В₆, С, а до складу мінеральних речовин входять магній, залізо, фосфор, мідь, марганець і т.д. Наявність ефірних олій надає анісу і м'яті специфічний смак і аромат, що дає можливість використовувати їх у якості природних ароматизаторів і смакових добавок.

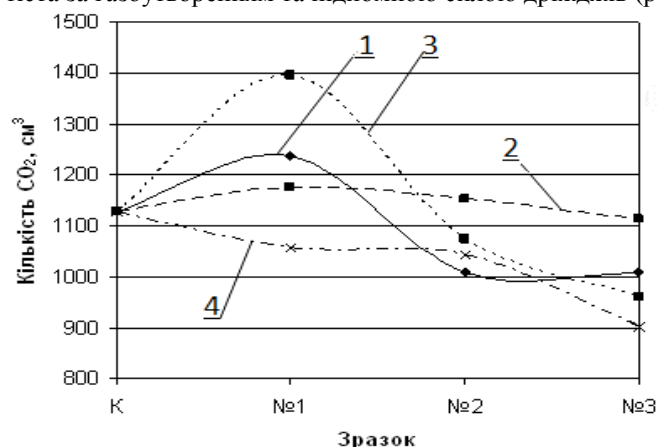
Мінеральні речовини хмелю представлені марганцем, йодом, залізом, міддю, магнієм та іншими макро- і мікроелементами, що сприяють розвитку дріжджів, а наявність хмелевих смол дозволяє впливати на патогенну мікрофлору. Поліфенольні сполуки даної рослинної сировини надають хлібу антиоксидантних властивостей та подовжують термін зберігання. [4-5]

Метою даної роботи було визначення впливу вищезазначених рослинних добавок на хлібопекарські властивості борошна, процеси бродіння тіста і якість готових виробів, а також розробка способу активації дріжджів з використанням даних добавок в якості збагачувачів живильного середовища.

При визначенні впливу рослинних добавок на хлібопекарські властивості борошна та хід технологічного процесу, використовували їх у такому вигляді:

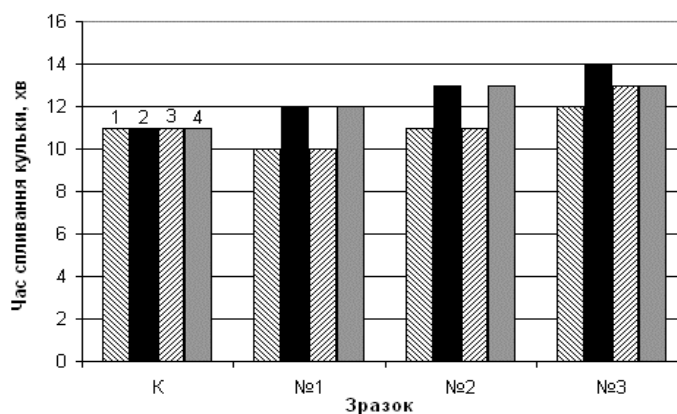
- аніс подрібнювали і вносили в кількості 0,25; 0,5 і 1,0 % до маси борошна;
- горох подрібнювали і просіювали. При замісі тіста 0,3; 1,0 і 3,0 % пшеничного борошна замінювали гороховим;
- висушену м'яту заливали гарячою водою температурою 98-100 °С у співвідношенні 1:60; 1:40 і 1:20 і настоювали протягом 40 хв. Отримані екстракти фільтрували та вносили замість води при замісі тіста;
- шишки хмелю заливали водою у співвідношенні 0,25:300; 0,5:300 і 1:300. Екстракцію проводили при температурі 98-100 °С протягом 15 хв. По закінченню процесу екстракт охолоджували і фільтрували.

Оскільки вибрана рослинна сировина, в першу чергу, за попередніми даними має впливати на життєдіяльність мікрофлори та мікробіологічні процеси при дозріванні тіста, визначали вплив рослинних добавок на процес бродіння тіста за газоутворенням та підйомною силою дріжджів (рис. 1, 2).



- 1 – вміст анісу (№ 1 – 0,25; № 2 – 0,5; № 3 – 1,0 %);
 2 – вміст гороху (№ 1 – 0,3; № 2 – 1,0; № 3 – 3,0 %);
 3 – співвідношення екстракту м'яту (№ 1 – 1:60; № 2 – 1:40; № 3 – 1:20);
 4 – співвідношення екстракту хмелю (№ 1 – 0,25:300; № 2 – 0,5:300; № 3 – 1:300)

Рис. 1 – Вплив рослинних добавок на газоутворення у тісті



1 – вміст анісу (№1 – 0,25; №2 – 0,5; №3 – 1,0 %);
 2 – вміст гороху (№1 – 0,3; №2 – 1,0; №3 – 3,0 %);
 3 – співвідношення екстракту м'яти (№1 – 1:60; №2 – 1:40; №3 – 1:20);
 4 – співвідношення екстракту хмелю (№1 – 0,25:300; №2 – 0,5:300; №3 – 1:300)

Рис. 2 – Вплив рослинних добавок на підйомну силу дріжджів

Встановлено, що аніс кількістю 0,25 %, горох – 0,3 і 1,0 % та екстракт м'яти зі співвідношенням 1:60 підвищують газоутворення за об'ємом CO₂, що виділяється протягом 5 год бродіння тіста, на 9,8; 4,1; 2,3 та 23,8 % відповідно. Аніс при дозуванні 0,25 % та екстракт м'яти зі співвідношенням 1:60 скорочує час спливання кульки тіста. Але збільшення дозування добавок та внесення екстракту хмелю негативно впливає на мікробіологічні процеси при дозріванні тіста, що може бути спричинене наявністю бактерицидних речовин у складі цієї рослинної сировини.

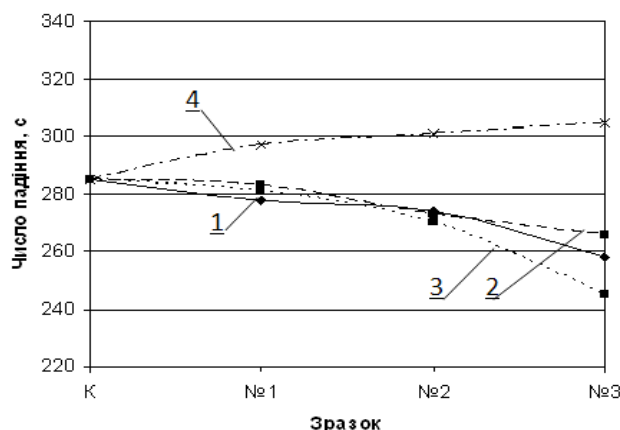
Крім дослідження мікробіологічних процесів у напівфабрикатах, необхідно також визначити вплив добавок на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, які обумовлюються в основному станом білково-протеїназного і вуглеводно-амілазного комплексів.

Стан білково-протеїназного комплексу оцінювали за кількістю і якістю клейковини (табл. 1). Встановлено, що екстракт м'яти укріплює клейковину, пружність її за показниками приладу ИДК-1 знижується на 11,6; 21,6 і 26,6 % відповідно. Горох, хміль і аніс мають розслаблювальний ефект, який може бути результатом підвищення активності протеолітичних ферментів. Проте суттєвого впливу не виявлено, клейковина залишається II групи якості. Деяке збільшення вмісту сирої клейковини при використанні екстракту м'яти на 1,2; 2,0 і 2,8 % відповідно може бути результатом комплексоутворення білкових сполук із біологічно активними речовинами цієї сировини.

Таблиця 1 – Вплив рослинних добавок на кількість і якість клейковини

Показники	К	Аніс			Горох			М'ята			Хміль		
		0,25 %	0,5 %	1,0 %	0,3 %	1,0 %	3,0 %	1:60	1:40	1:20	0,25:300	0,5:300	1:300
Вміст сирої клейковини, %	24,9	24,3	24,2	24,0	24,8	24,6	24,4	25,2	25,4	25,6	24,8	24,7	24,6
Вміст сухої клейковини, %	9,01	8,79	8,72	8,43	8,80	8,67	8,56	8,99	8,83	8,71	8,80	8,56	8,28
Гідратаційна здатність, %	175,5	176,2	177,8	184,9	181,7	184,1	184,9	180,1	187,4	194,1	181,7	189,0	196,7
Пружність на ИДК-1, од. пр.	60	60	64	66	66	69	71	53	47	44	65	68	69
Розтяжність, см	14	14	15	16	14	14,5	15	13	12	11,5	14	14,5	15

Позитивний вплив на мікробіологічні процеси при дозріванні тіста може бути результатом покращення стану його мікрофлори та впливу на вуглеводно-амілазний комплекс, особливо на активність гідролітичних процесів. Тому для оцінки впливу добавок на вуглеводно-амілазний комплекс, окрім газоутворення в тісті було також визначено автолітичну активність за числом падіння.



1 – вміст анісу (№ 1 – 0,25; № 2 – 0,5; № 3 – 1,0 %);
 2 – вміст гороху (№ 1 – 0,3; № 2 – 1,0; № 3 – 3,0 %);
 3 – співвідношення екстракту м'яти (№ 1 – 1:60; № 2 – 1:40; № 3 – 1:20);
 4 – співвідношення екстракту хмелю (№ 1 – 0,25:300; № 2 – 0,5:300; № 3 – 1:300)

Рис. 3 – Вплив рослинних добавок на число падіння

Як видно з рис. 3, аніс, горох і м'ята підвищують активність гідролітичних і, в першу чергу, амілолітичних ферментів. Екстракт хмелю навпаки знижує їхню активність. Це може бути однією з причин зниження газоутворювальної здатності борошна.

Для комплексної оцінки хлібопекарських властивостей борошна було проведено пробне випікання. Фізико-хімічні показники готових виробів наведені в табл. 2-3.

Таблиця 2 – Показники якості хліба з використанням анісу і гороху

Показники	Вміст анісу				Вміст гороху			
	К	№1 (0,25 %)	№2 (0,5 %)	№3 (1,0 %)	К	№1 (0,3 %)	№2 (1,0 %)	№3 (3,0 %)
Вологість м'якушки, %	43,7	42,8	43,8	42,7	42,2	42	41,6	41,4
Кислотність, град	2	2,2	2,4	2,6	2,2	2,4	2,6	2,6
Питомий об'єм, см ³ /г	3,29	3,69	3,86	3,94	3,91	3,80	3,79	3,76
Пористість, %	83,7	84,5	84,9	85,1	84,7	83,7	83,4	83,0
Формостійкість, Н/Д	0,65	0,59	0,57	0,53	0,5	0,54	0,55	0,56

Таблиця 3 – Показники якості хліба з використанням екстрактів м'яти та хмелю

Показники	Вміст екстракту м'яти				Вміст екстракту хмелю			
	К	№1 (1:60)	№2 (1:40)	№3 (1:20)	К	№1 (0,25:300)	№2 (0,5:300)	№3 (1:300)
Вологість м'якушки, %	43,8	42,8	42,6	41,4	40,4	42,4	40,6	41,8
Кислотність, град	2	2,2	2,4	2,8	2,6	2,4	2,6	2,4
Питомий об'єм, см ³ /г	3,54	3,44	3,40	3,38	3,23	3,21	3,26	3,27
Пористість, %	81,3	79,3	78,9	78,2	79,7	78,1	79,0	79,1
Формостійкість, Н/Д	0,55	0,42	0,34	0,33	0,55	0,54	0,59	0,59

Внесення анісу при приготуванні тіста дозволяє отримати хліб з більш розвиненою пористістю та підвищити його питомий об'єм, що може бути результатом збільшення активності амілолітичних ферментів та збагачення живильного середовища мікро- і макронутрієнтами, які позитивно впливають на життєдіяльність дріжджів. При цьому відзначено деяке зниження формостійкості подових виробів. Аніс надає хлібу специфічного смаку і аромату, при його високому вмісті (0,5 і 1,0 % до маси борошна) скоринка набуває гіркуватого присмаку.

Заміна частини пшеничного борошна гороховим дещо знижує питомий об'єм та пористість готових виробів, що узгоджується з отриманими даними про негативний вплив гороху на життєдіяльність дріжджів.

джових клітин. Крім того, знижується газотримувальна здатність тістових заготовок. Заміна 0,3 та 1,0 % пшеничного борошна гороховим не має помітного впливу на органолептичні властивості хліба, але збільшення дозування до 3,0 % викликає незначне потемніння м'якушки та появу смаку та запаху, притаманного гороху, який може бути неприємним для споживача.

За результатами пробного лабораторного випікання встановлено, що екстракти м'яти зі співвідношенням м'яти і води 1:60; 1:40 і 1:20 негативно впливають на якість готових виробів. Незважаючи на встановлену укріплювальну дію екстракту м'яти на клейковину, формостійкість тістових заготовок значно знизилась. Зниження об'єму і пористості, можливо, викликане негативним впливом бактерицидних речовин, які входять до складу м'яти, на життєдіяльність дріжджових клітин. Потемніння м'якушки також знижує споживчі властивості готового хліба, що свідчить про необхідність зменшення концентрації екстракту.

Встановлено, що використання екстракту хмелю підвищує формостійкість готових виробів, що скоріш за все пов'язане зі зниженням активності амілолітичних та протеолітичних ферментів. Відзначено деяке збільшення питомого об'єму хліба. Щодо органолептичних властивостей, використання екстрактів зі співвідношенням хмелю та води 0,25:300 та 0,5:300 надають готовим виробам специфічний аромат, але збільшення співвідношення до 1:300 призводить до появи гіркуватого присмаку, тому подальше підвищення концентрації нераціональне.

Згідно з теоретичними даними горохове борошно і хмелевий екстракт повинні мати позитивний ефект на інтенсивність бродіння тіста, але отримані результати досліджень не відповідають даному припущенню. Можливим поясненням цього є те, що поживні речовини даних добавок знаходяться у вигляді важкозасвоюваних біополімерів. Крім того, умови безопарного тіста за вологістю, кислотністю та іншими параметрами не є оптимальними для глибокого протікання колоїдних, біохімічних та мікробіологічних процесів, позитивного впливу біологічно активних речовин добавок на білково-протеїназний, вуглеводно-амілазний комплекси тіста, стан та активність мікрофлори. Тому вищезазначені добавки потребують попередньої обробки та модифікації для розщеплення складних сполук і створення оптимальних умов для метаболізму та бродильної активності дріжджів і молочнокислих бактерій. У якості методів обробки були обрані термічний та мікробіологічний, а саме термічна обробка та заквашування суміші горохово-анісового чи хмелевого відвару з борошном спонтанною мікрофлорою за старовинними технологіями приготування пшеничних заквасок для деяких національних видів хлібних виробів. Підвищені кислотність та вологість заквасок дозволяють створити сприятливі умови для розвитку дріжджових клітин.

При активації дріжджів в якості живильного середовища використовувались пшеничні закваски (хмелева або горохово-анісова) в кількості 10-30 % до маси борошна. Дріжджі пресовані кількістю 1,0 % до маси борошна вносили у живильне середовище на 30 хв при температурі 30°C. Дану суміш використовували при замісі тіста. Тривалість бродіння тіста складала 120 хв, тривалість вистоювання тістових заготовок — 50 хв. Ефективність активації визначали за результатами випікання (табл. 4-5).

Таблиця 4 – Показники якості хліба з використанням хмелевої закваски

Показники	№1 (1,0 % дріжджів)	№2 (3,0 % дріжджів)	Хмелева закваска, 1,0 % дріжджів		
			№3 (10 %)	№4 (20 %)	№5 (30 %)
Вологість м'якушки, %	41,8	42,0	41,5	42,4	41,4
Кислотність, град	2,0	2,6	2,8	2,4	2,6
Питомий об'єм, см ³ /г	3,31	3,62	3,43	3,18	3,13
Пористість, %	79,2	81,5	80,9	79,7	77,5
Формостійкість, Н/Д	0,39	0,35	0,48	0,44	0,41

Згідно з отриманими даними внесення 10 % хмелевої закваски значно покращує формостійкість готових виробів. Питомий об'єм і пористість дещо поступаються якості хліба з 3,0 % дріжджів, хоча і перевищують відповідні показники зразка №1, що містить 1,0 % дріжджів, на 3,6 та 2,1 % відповідно. Збільшення вмісту хмелевої закваски до 20 і 30 % знижує об'єм готових виробів. Поясненням цього може бути висока концентрація хмелевих смол, які мають бактерицидні властивості, що гальмує розвиток молочнокислих бактерій і негативно впливає на їхню життєдіяльність, а отже, і на інтенсивність бродіння тіста.

Результати оцінки впливу використання горохово-анісової закваски в якості живильного середовища для активації дріжджів на якість готових виробів представлені в табл. 5. Внесення 10 % горохово-анісової закваски порівняно зі зразком №2 покращує формостійкість, збільшує об'єм і пористість на 8,0; 0,6 та 2,6 % відповідно, позитивно впливає на органолептичні показники якості готових виробів. Це дозволяє зменшити кількість пресованих дріжджів у рецептурі з 3,0 до 1,0 % до маси борошна при збереженні якості хліба.

Таблиця 5 – Показники якості хліба з використанням горохово-анісової закваски

Показники	№1 (1,0 % дріжджів)	№2 (3,0 % дріжджів)	Горохово-анісова закваска, 1,0 % дріжджів		
			№3 (10 %)	№4 (20 %)	№5 (30 %)
Вологість м'якушки, %	41,2	41,8	41,4	41,6	42,0
Кислотність, град	2,0	2,2	2,6	2,9	3,6
Питомий об'єм, см ³ /г	2,82	3,04	3,12	3,03	3,33
Пористість, %	75,3	77,2	77,7	77,6	80,2
Формостійкість, Н/D	0,46	0,50	0,54	0,44	0,48

Для дослідження впливу пшеничних заквасок на черствіння були визначені показники якості хліба в процесі зберігання протягом 72 год. Результати досліджень наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Вплив пшеничних заквасок на черствіння хліба

Показники	К (3,0 % дріжджів)			№1 (10 % хмелевої закваски, 1,0 % дріжджів)			№2 (10 % горохово-анісової закваски, 1,0 % дріжджів)		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Термін зберігання, год	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Кришкуватість, %	0,5	1,6	6,9	0,9	2,4	3,7	0,6	2,2	3,3
Поглинута вода, %	457	366	333	447	384	354	470	440	364
Вологість, %	39,0	34,0	29,2	38,4	36,6	29,6	38,8	37,0	28,4
Кислотність, град	2,0	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8
Загальна деформація, од	58	51	33	54	43	37	75	63	46
Пластична деформація, од	48	42	28	35	33	31	54	50	40
Пружна деформація, од	10	9	5	19	10	6	21	13	6
Відносна пластичність, %	83	82	85	65	77	84	72	79	87
Відносна пружність, %	21	21	18	54	30	19	39	26	15

Порівнявши показники кришкуватості, кількості поглинutoї вологи та структурно-механічні властивості м'якушки хліба через 24, 48 і 72 год після випікання, можна зробити висновок, що використання 10 % хмелевої та горохово-анісової закваски для активації дріжджів у прискорених технологіях дозволяє уповільнити процес черствіння та подовжити термін зберігання.

Висновки

У результаті проведеної дослідницької роботи встановлено доцільність використання анісу, гороху та хмелю для інтенсифікації процесу приготування тіста.

Запропоновано спосіб активації пресованих дріжджів, в якому в якості живильного середовища використовується горохово-анісова закваска. При цьому дозування закваски складає 10 %, витрати пресованих дріжджів знижуються до 1 % до маси борошна. Процес активації триває 30 хв при температурі 30°C. Тривалість бродіння тіста складає 120 хв, тривалість вистоювання – 50 хв.

Перспективним напрямом подальших досліджень є визначення оптимальних параметрів активації дріжджів та приготування тіста, видового складу мікрофлори, хімічного складу живильних середовищ.

Література

1. Лебеденко Т.Е., Каминский А.Я., Щелакова Р.П., Соколова В.Ю. Современные подходы к выбору способа приготовления пшеничного теста // Харчова наука і технологія. – 2010. – № 1 (10). – С. 46-52.
2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник. – К.: Логос, – 2002. – 365 с.
3. Пашенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий. – М.: Колос, – 2002. – 368 с.
4. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзінський. – К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. – 544 с.
5. Лекарственные растения / В.И. Попов, Д.К. Шапиро, И.К. Данусевич. – 2-е изд. перераб. и доп. – Мн.: Полюмя, – 1990. – 304 с.

УДК 664.661-03:[664.696.1+637.344+582.916.36]

ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ РЕЦЕПТУРИ НА ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент, Пшенишнюк Г.Ф., канд. техн. наук, доцент,
Іванова Г.С., аспірантка, Левицька А.І., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати досліджень впливу компонентів рецептури зернового хліба на зміни його фізико-хімічних, структурно-механічних і органолептичних показників якості при зберіганні, показано доцільність використання борошна з крихти пшеничних пластівців, молочної сироватки, кунжутної маси при приготуванні зернового хліба для уповільнення процесу його черствіння.

The article presents the results of researches of influence of grain bread ingredients on its physico-chemical, structural- mechanical and organoleptic quality characteristics during storage; shown the rationality of using wheat cereal crumbs flour, milk whey, sesame flour for producing grain bread with longer terms of storage

Ключові слова: зерновий хліб, рецептурні компоненти, зернова суміш, якість, фізико-хімічні показники, структурно-механічні характеристики, органолептичні властивості.

Незважаючи на всю різноманітність харчових продуктів, хліб присутній у харчовому раціоні людей всіх соціальних груп. Однак, на жаль, термін зберігання хлібом своїх первинних властивостей обчислюється годинами. Властивості хліба змінюються безперервно з моменту його випікання, що обумовлено погіршенням його органолептичних і фізико-хімічних показників якості при зберіганні – черствінням, усиханням, мікробіологічним псуванням. При зберіганні поступово втрачається аромат і смак, притаманний свіжим виробам, хліб стає більш жорстким, м'якушка – менш еластичною, підвищується її здатність кришитися, скоринка стає менш хрусткою і блискучою. Ці зміни обумовлені протіканням складних фізико-хімічних і колоїдних процесів, які відбуваються в біополімерах хліба і призводять до черствіння та втрати вологи виробів при зберіганні, що значно знижує споживчі властивості хлібобулочних виробів [1, 2].

Уповільненню процесу черствіння хлібобулочної продукції сприяє корегування рецептури – внесення різноманітних інгредієнтів, застосування різних технологічних прийомів, які передбачають певні способи приготування тіста для забезпечення більш повного набухання колоїдів борошна, поглиблення гідролізу крохмалю і білків, інтенсивну механічну обробку тіста, а також біохімічних прийомів, а саме використання ферментних препаратів, комплексних поліпшувачів, консервантів тощо. При цьому слід зауважити, що сучасний споживач досить вимогливий до якості та безпеки харчової продукції і все частіше звертає увагу на склад, тому використання для подовження терміну її зберігання поліпшувачів неорганічної природи може призвести до зниження попиту на такі вироби. Отже, розробка хлібобулочної продукції з внесенням натуральних складових, які здатні не тільки збагатити вироби поживними і дефіцитними мікронутрієнтами, а й позитивно впливати на збереження їхньої свіжості, є досить актуальним завданням для спеціалістів та вчених галузі.

Збереженню споживчих властивостей хліба сприяють добавки, що уповільнюють ретроградацію крохмалю, зв'язують вологу, тобто підвищують гідрофільність м'якушки, впливають на стан білково-протеїназного комплексу та природні консерванти. Для уповільнення процесу черствіння в рецептуру хлібобулочних виробів вносять білоквмісну сировину (молочні та соєві продукти, суху клейковину), жиrowі продукти, цукровмісні інгредієнти (патоку, лактозу, крохмальні сиропи), пектини тощо [1, 2, 3]. Перспективним напрямом при вирішенні проблеми збереження свіжості хлібних виробів більш тривалий час є використання продуктів зерно-круп'яної промисловості (гречаного борошна, проділу, картопляних пластівців, горохового борошна, пшеничних висівок, зародків пластівців пшениці тощо) [4, 5, 6]. Для підвищення мікробіологічної безпеки продукції розроблено технологію хліба з внесенням функціонального напівфабрикату на основі пшеничних зародкових пластівців, мікробної композиції «Vita №3» і лактату кальцію, а також внесення квіткового пилку і перги – складного концентрату біологічно активних речовин: білків, амінокислот, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, ферментів, органічних кислот, мінеральних речовин, фенольних сполук [3]. Ефективним способом подовження терміну зберігання хлібних виробів є використання технології їхнього виготовлення на основі заморожених тістових напівфабрикатів, напівфабрикатів високого ступеня готовності і заморожених готових продуктів. Дані технології дозволяють випускати широкий асортимент напівфабрикатів і продукції, зберігати їх тривалий час у замороженому стані і при необхідності використовувати для отримання свіжовипеченої продукції [7]. Одним із ефекти-

вних способів подовження терміну зберігання виробів, який широко використовується в харчовій промисловості, є також пакування продукції [1, 2, 3].

Останнім часом для певної категорії споживачів визначальними факторами при виборі продуктів є їхня корисність і функціональність. Зерновий хліб (ЗХ), виготовлений з цілого зерна пшениці, відноситься до продуктів «преміум-класу». На відміну від хліба, виготовленого з сортового борошна, він характеризується більш збалансованим хімічним складом, в ньому практично повністю зберігаються харчові речовини, наявні у зерні пшениці, біодоступність яких для організму людини в ході технологічного процесу значно підвищується [8]. Для корегування технологічних властивостей зернової маси нами запропонована технологія виробництва зернового хліба на основі суміші з диспергованого відволоженого зерна пшениці (ДЗМ) та борошна з крихти пшеничних пластівців (БКПП) [9, 10].

Метою представленої роботи було вивчення впливу рецептурних компонентів зернового хліба на інтенсивність змін його якісних характеристик при зберіганні, а саме фізико-хімічних, структурно-механічних і органолептичних показників. Зерновий хліб готували на основі зернової маси з ДЗМ і БКПП, додатково вносили молочну сироватку (МС) і кунжутну масу (КМ).

Кунжутна маса – подрібнене насіння кунжуту пастоподібної консистенції зі специфічним, властивим йому приємним ароматом, яка зручна для внесення в тісто і не потребує попередньої підготовки. Вона характеризується високим вмістом жиру (45,2-58,3 %), значну кількість якого складають поліненасичені жирні кислоти. У склад кунжутної олії входить сезамом – активний антиоксидант, який забезпечує її високу стійкість при зберіганні. Висока харчова цінність кунжуту також обумовлена значним вмістом мінеральних речовин – кальцію, магнію, заліза (1474 мг, 540 мг та 61 мг на 100 г відповідно) [11].

При зберіганні в хлібі відбуваються процеси, що впливають на його масу і якість, а саме втрата вологи та черствіння. Черствіння хліба – складний фізико-колоїдний процес, що пов'язаний в першу чергу зі старінням крохмалю, який складає значну частку речовин хліба та, в меншій мірі, з трансформацією білків [1, 2].

Оскільки основну роль у процесі черствіння хліба при зберіганні відіграє швидкість ретроградації крохмалю, для встановлення тенденцій змін показників якості ЗХ доцільно дослідити вплив складу зернової маси, як основної крохмальвмісної сировини, на стан її вуглеводно-амілазного комплексу. Визначення основних показників стану крохмальної складової – температури максимальної клейстеризації та в'язкісних характеристик водно-зернової суспензії проводили на амілографі Брабендера (табл. 1).

Таблиця 1 – Параметри процесу клейстеризації водно-зернової суспензії

Найменування показників амілографа	Співвідношення ДЗМ:БКПП			
	100:0 (контроль)	75:25	50:50	25:75
Температура початку клейстеризації, °С	90	87	80	70
Температура моменту досягнення мах., °С	100	90	89	78
В'язкість максимальної клейстеризації, од. приладу	120	440	690	750

Отримані дані свідчать, що при додаванні в зернову масу БКПП відбувається зниження температури початку і повної клейстеризації, підвищення в'язкості максимальної клейстеризації водно-зернової суспензії. Так, температура клейстеризації при внесенні 75 % БКПП нижча на 20 °С від контрольного зразка, а максимальна в'язкість – вища на 630 од. приладу. Це, ймовірно, пов'язано з деструкцією крохмальних зерен при гідротермічній обробці в процесі виробництва пшеничних пластівців, які при нагріванні крохмальної суспензії швидше та при більш низькій температурі утворюють в'язкий гель. Крім того, під дією високих температур при виготовленні пшеничних пластівців поряд із руйнуванням крохмалю одночасно відбувається інактивація амілолітичних ферментів. Тобто, підвищення в'язкості клейстеру при збільшенні масової частки БКПП у зерновій масі також обумовлено зменшенням частки активних ферментів, які вносяться з ДЗМ.

Дослідження впливу рецептурних компонентів на зміну показників якості виробів при зберіганні проводили в таких зразках ЗХ, приготовленого на основі: зернової маси з суміші ДЗМ та БКПП у співвідношенні 75:25 (зразок 2); даної зернової маси з додаванням 10 % МС від маси суміші (зразок 3); зернової маси з суміші ДЗМ:БКПП:КМ при співвідношенні компонентів 70:20:10 (зразок 4). В якості контролю обрали зерновий хліб, виготовлений з ДЗМ (зразок 1).

Випечений хліб зберігали 48 год при температурі 18 ± 3 °С і відносній вологості повітря 75 ± 3 %, протягом якого проводили контроль зміни досліджуваних показників. Ступінь свіжості виробів при зберіганні визначали через (3, 12, 24, 36 і 48) год з моменту випікання за такими показниками: кришкуватість, гідрофільні та структурно-механічних властивості м'якушки, органолептичні показники хліба.

Відомо, що зміни якості хліба при зберіганні обумовлені, з одного боку, втратою вологи, з іншого – зміною його структурних компонентів [1, 2]. Хоча специфічні для процесу черствіння хліба зміни фізичних властивостей м'якушки відбуваються і в умовах, що виключають зміну її вологості, втрата хлібом вологи прискорює процес черствіння. При зберіганні під дією градієнтів температури і вологості відбувається переміщення вологи з внутрішніх шарів виробів до скоринки, в результаті чого спостерігається зменшення вологості м'якушки та відволоження скоринки хліба, вона стає більш м'якою, еластичною, втрачає крихкість, а згодом твердіє. Через скоринку волога випаровується в повітря навколишнього середовища, в результаті чого відбувається зниження вологості хліба. Дослідження змін вологості ЗХ при зберіганні (рис. 1) свідчить, що найбільші втрати вологи спостерігались у контрольного зразка. Так, при зберіганні виробів протягом 48 год вологість м'якушки контрольного зразка зменшилась на 1,8 %; для зразків 2, 3, 4 втрата вологи становила (1,5, 1,2 і 1,0) % відповідно.

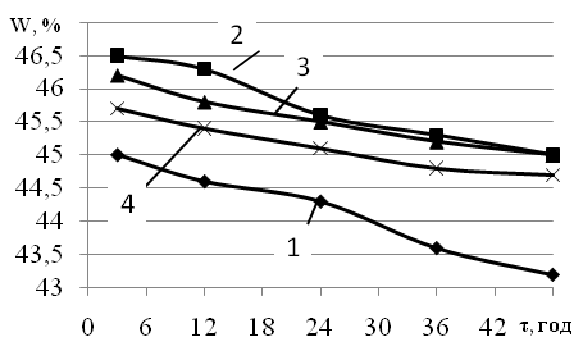


Рис. 1 – Зміна вологості м'якушки зернового хліба при зберіганні

Зменшення інтенсивності втрати вологи під час зберігання ЗХ при вмісті у його рецептурі БКПП пов'язано зі збільшенням масової частки пошкоджених крохмальних зерен, які здатні до більшого поглинання води. Тобто така залежність, імовірно, пояснюється підвищенням кількості зв'язаної води, що сприяє менш інтенсивній її втраті при зберіганні даних зразків, оскільки БКПП характеризується підвищеною гідратаційною здатністю [2, 10]. Крім того, інтенсивність зниження вологості ЗХ при зберіганні може бути обумовлена й швидкістю ретроградації крохмалю, який, як

відомо, з часом виділяє поглинену ним при клейстеризації вологу та ущільнюється. Вільна волога, виділена крохмалем, частково випаровується. Отже, більш низька температура клейстеризації крохмалю зернової маси при внесенні БКПП (див. табл. 1) сприяє більш повній його клейстеризації при випіканні хліба, утворенню більш стійкого гелю, в якому при зберіганні з меншою швидкістю відбувається процес ретроградації, що, як наслідок, призводить до зменшення інтенсивності втрати вологи даних зразків.

Уповільненню втрати вологи хліба на основі суміші з БКПП і ДЗМ при використанні для замісу зернового тіста молочної сироватки (зразок 3), можливо, сприяло покращення якості виробів – збільшення їхнього об'єму і пористості, поліпшення структури м'якушки [1, 2, 12]. Адже, у разі збільшення питомої поверхні міжпорових стінок м'якушки, підвищується кількість адсорбованої на ній вологи, енергія випаровування якої більша від енергії випаровування вільної вологи.

Слід зауважити, що найменші втрати вологи під час зберігання спостерігались у ЗХ, в рецептуру якого, поряд з БКПП, вносили кунжутну масу (зразок 4). Це, ймовірно, пояснюється адсорбцією жиру кунжуту на поверхні крохмальних зерен, що перешкоджає переміщенню вологи від м'якушки до скоринки і подальшому її випаровуванню. Крім цього, кунжутне насіння містить близько 5,6 % нерозчинних та водорозчинних полісахаридів, які додатково зв'язують воду в хлібі.

Паралельно з втратою вологи відбувається черствіння хліба, що обумовлене складними процесами, які відбуваються з високополімерними речовинами м'якушки хліба і призводить до зміни її фізичних властивостей (ущільнення м'якушки). Найбільш характерними для процесу черствіння ознаками є підвищення жорсткості, зниження пружності та еластичності м'якушки хліба. Тому при вивченні впливу рецептурних компонентів на стан свіжості зернового хліба на пенетрометрі досліджували структурно-механічні властивості м'якушки: стискання – ступінь penetрації (рис 2, а) та пружність м'якушки – відносна пружність (рис.2, б).

З отриманих даних видно, що при зберіганні всіх зразків хліба стискання м'якушки і відносна пружність знижувалися з різною інтенсивністю. Так, при зберіганні протягом 48 год ступінь penetрації контрольного зразка знизився на 28 од. пенетрометра, зразка з внесенням БКПП (зразок 2) на 21 од., з МС (зразок 3) – на 19 од., з КМ (зразок 4) – на 16 од. Зменшення пружності м'якушки контрольного зразка за весь період зберігання склало 8 %, дослідних зразків 2, 3, 4 – (5, 5 і 3) % відповідно.

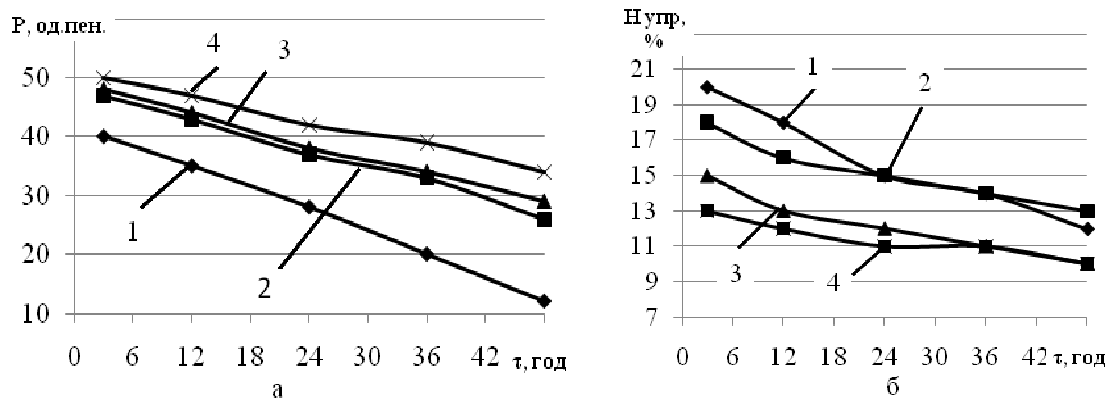


Рис. 2 – Зміна ступеня penetрації (а) і відносної пружності (б) зразків зернового хліба при зберіганні

Різна інтенсивність змін структурно-механічних властивостей зразків хліба при зберіганні обумовлена впливом внесених компонентів на протікання процесу черствіння. Зміна фізичних властивостей м'якушки хліба безпосередньо залежить від швидкості ретроградації крохмалю, в результаті чого він ущільнюється, переходить з аморфного в кристалічний стан. На швидкість ретроградації крохмалю впливає ступінь його клейстеризації при випіканні, яка у свою чергу залежить від глибини деструкції крохмальних зерен, кількості води в тісті, вмісту активних ферментів та ін. БКПП відрізняється більш високим ступенем клейстеризації крохмалю, а також підвищеною водопоглинальною здатністю, що позитивно впливає на збереження аморфної структури крохмалю у виробі. Зерновий хліб на основі суміші зі внесенням БКПП містить більшу кількість декстринів, завдяки чому поліпшується м'якість м'якушки і хліб довше зберігає свіжість. Зниження інтенсивності протікання змін фізичних властивостей м'якушки ЗХ на основі суміші ДЗМ:БКПП:КМ (зразок 4), ймовірно, пов'язане зі збільшенням у ньому масової частки жиру, який адсорбується на поверхні крохмальних зерен та перешкоджає зближенню крохмальних ланцюгів, агрегації молекул амілопектину і амілози та утворенню міцної структури крохмалю [1]. Уповільненню зниження стискання та пружних властивостей м'якушки даного зразка сприяє також вміст в КМ полісахаридів, які обволікають коагульовані під час випікання білкові речовини та частково клейстеризовані крохмальні зерна, створюють розділові шари, що стабілізують структуру м'якушки хліба. Така ж закономірність спостерігається при внесенні у рецептуру виробів МС (зразок 3), що супроводжується підвищенням кількості білків, які, можливо, утворюють комплекси з крохмальними полісахаридами, внаслідок чого м'якушка хліба повільніше змінює свої структурно-механічні властивості – твердіє. Крім цього, наявність у МС значної кількості органічних кислот призводить до гальмування процесу утворення кристалічної структури крохмалю та сприяє подовженню свіжості виробів.

Наслідком процесів, що обумовлюють втрату свіжості хліба є зміна кришкуватості і гідрофільних властивостей м'якушки.

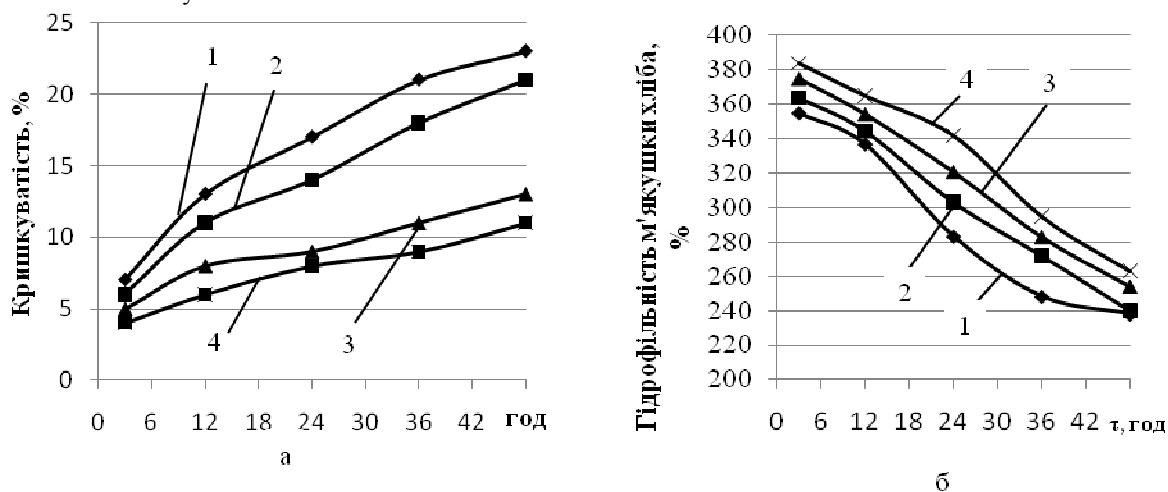


Рис. 3 – Зміна кришкуватості (а) і гідрофільних властивостей (б) м'якушки зернового хліба при зберіганні

Збільшення кришкуватості м'якушки ЗХ при зберіганні (рис. 3, а) пов'язують з тим, що в процесі старіння крохмалю окремі відгалужені молекули амілопектину притягуються, утворюють асоціати, поряд з цим відбувається агрегація лінійних ланцюгів молекул амілози внаслідок можливого утворення між ними водневих зв'язків. При цьому утворюються агрегати у вигляді сітчастої структури, що обумовлює зменшення об'єму крохмальних зерен, ущільнення їхньої структури, збільшується їхня твердість, з'являються тріщини між білком і крохмалем у результаті чого утворюються повітряні прошарки. Зниження гідрофільних властивостей м'якушки ЗХ (рис 3, б) обумовлено упорядкуванням і ущільненням структури крохмалю і білка [1, 2]. Додавання у рецептуру зернового хліба БКПП, молочної сироватки (зразок 3) і кунжутної маси (зразок 4) сприяло більш повільному збільшенню кришкуватості і зменшенню гідрофільності його м'якушки. Це, ймовірно, обумовлено підвищенням кількості декстринів, кристалізація яких суттєво уповільнена при внесенні БКПП, та стабілізацією структури виробів за рахунок утворення комплексних сполук крохмалю з білковими речовинами МС та ліпідами КМ. Наявність водорозчинних полісахаридів у КМ, декстринів у БКПП збільшують здатність м'якушки до набухання і поглинання вологи та затримують зниження її гідрофільних властивостей під час зберігання виробів.

Відомо, що ступінь свіжості або черствості хліба споживач визначає за його органолептичними властивостями при оцінюванні на вигляд, дотик, смак. Погіршення органолептичних показників і в першу чергу смакових і ароматичних властивостей хліба при зберіганні пов'язано насамперед із втратою частини обумовлюючих їх летких речовин, що суттєво знижує його споживчі властивості. Оцінка органолептичних показників якості зернового хліба при зберіганні показала, що внесення БКПП, МС і КМ в рецептуру сприяло більш тривалому збереженню свіжості даних виробів. Слід відзначити, що зерновий хліб з МС і КМ мав приємний присмак і аромат протягом досліджуваного терміну зберігання, що, можливо, пояснюється підвищенням вмісту в ньому ароматичних речовин при внесенні МС, а також збільшенням масової частки жиру з внесенням КМ.

Таким чином, використання досліджуваних рецептурних компонентів при виготовленні зернового хліба дозволить не тільки розширити асортимент продукції «преміум-класу», а й, завдяки клейстеризації крохмалю борошна з крихти пшеничних пластівців при більш низькій температурі, вмісту нерозчинних і водорозчинних полісахаридів і ліпідів у кунжутній масі, органічних кислот у молочної сироватці, сприятиме уповільненню процесу черствіння хліба та подовженню терміну зберігання його свіжості.

Література

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 363 с.
2. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.: Гиорд, 2005. – 557 с.
3. Костюченко М.Н. Современные технологические решения для повышения сроков годности хлебобулочных изделий / Костюченко М.Н., Шлеленко Л.А., Тюрина О.Е., Т.В. Быковченко, Е.В. Невская // Хлебопечение России. – 2012 – № 1. – С.10 - 12.
4. Гаврилова О.М. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки / О.М. Гаврилова, И.В. Матвеева, Т.Ю. Юдина, А.А. Ломакин // Хлебопечение России. – 2008. – № 3. – С. 18 - 20.
5. Магомедов Г.О. Исследование изменения соотношения форм связи влаги в мякише хлеба с мучными композитными смесями / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, О.Н. Воропаева, И.В. Кузнецова //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 3. – С. 26 - 29.
6. Стабровская О.И. Влияние картофельных хлопьев на сохранение свежести изделий, приготовленных из композитных смесей / О.И. Стабровская, О.Г. Короткова, Н.С. Майнагашева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 4. – С. 70 - 71.
7. Солоницька І.В. Використання відкладеного випікання в технології хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення / Солоницька І.В., Пшенишнюк Г.Ф., Писанецька О.Є. // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 11 - 14.
8. Комилова Д.А. Модификация технологии производства хлеба из цельносмолотого зерна пшеницы / Д.А. Комилова, Г.Г. Дубцов // Хлебопечение России. – 2011. – № 5. – С. 26 - 27.
9. Пат. 67466 Україна, МПК А21 D 8/02. Композиція інгредієнтів для виробництва зернового хліба / Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Иванова Г.С., Демченко А.Б.; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – №и 2011 08424; заявл. 04.07.2011; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4. – 4 с.
10. Пшенишнюк Г.Ф. Біотехнологічні та реологічні властивості тіста в технології зернового хліба / Г.Ф. Пшенишнюк, О.В. Макарова, Е.Н., Иванова Г.С.// Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 46 - 49.
11. Скурихин И.М., Тутелья В.А. Химический состав российских продуктов питания. – Москва.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
12. Пшенишнюк Г.Ф. Технология хлеба на основе целого зерна пшеницы / Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Иванова А.С. // Харчова наука і технологія. – 2009. – №1. – С. 79 -75.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРІЖДЖОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ ПРИ ДОДАВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Льдірова С.К. канд. техн. наук, доцент, Левіт І.Б. канд. техн. наук, доцент,
Афенченко Д.С., асистент, Попова С.Ю., асистент
Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського

У статті розглянуто перспективи використання вторинної крохмалевмісної сировини при виробництві виробів із дріжджового тіста, досліджено структурно-механічні властивості тіста, виробленого з різних сортів борошна.

In the article the prospects of the use of the second raw material are considered at the production of wares from zymic dough, investigational structurally mechanical properties of dough of mine-out from different sorts flour.

Ключові слова: вторинна сировина, дріжджове тісто, ефективна в'язкість, напруга зсуву.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.

Проблема раціонального використання вторинних природно-сировинних ресурсів на сьогодні набуває великих обертів. При виробництві напівфабрикатів та продуктів з картоплі утворюється до 45 % відходів залежно від особливостей технології виробництва. У попередніх дослідженнях нами було запропоновано модель технологічного процесу переробки харчових виходів картоплі, яка складається з попереднього заморожування та подальшої сушки отриманого продукту. Процес заморожування проводили з метою гідролізу крохмальних полісахаридів для максимального утворення більш простих вуглеводів, таких як глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза тощо. Отриману суху картопляну добавку запропоновано використовувати у технології виробництва дріжджових виробів у якості активатора дріжджового середовища за рахунок вилучення передбаченого рецептурою цукру. Також нами було встановлено динаміку накопичення вуглеводів у залежності від температури та тривалості низькотемпературної обробки [2]. Доведено доцільність використання отриманої добавки у розробленні прискореної технології виробництва дріжджового тіста [1, 2]. Встановлено позитивний вплив добавки на технологічні показники якості дріжджів [1], а також на вуглеводно-амілазний та білково-протеїназний комплекси дріжджового тіста.

Метою даної роботи є вивчення впливу рослинної добавки на структурно-механічні властивості тіста залежно від сорту борошна.

Відповідно до мети було встановлено такі задачі: дослідження структурно-механічних показників якості розробленого напівфабрикату залежно від концентрації сухої картопляної добавки та сорту борошна.

Виклад основного матеріалу досліджень. Дріжджове тісто являє собою полідисперсну систему, що складається із твердої, рідкої та газоподібної фаз. Всі зміни, що відбуваються в процесі тістоутворення, обумовлені станом всіх цих фаз та в кінцевому результаті впливають на якість готового виробу.

Основними компонентами дріжджового тіста є білкові речовини і крохмаль.

Білкові речовини (гліадин і глютелін) утворюють у тісті клейковинний каркас, що надає тісту пружності та еластичності. Крохмаль, поряд з пентозанами і клейковиною, надає тісту в'язко-пластичних властивостей під дією амілолітичних ферментів та є джерелом цукрів для мікрофлори тіста [3,4].

Зміна стану цих компонентів тіста під впливом різних факторів впливає на структурно-механічні властивості тіста та в кінцевому результаті на якість готових виробів [5].

Формування зазначених властивостей тіста залежить від багатьох факторів, в основному – від співвідношення полімерів борошна, стану його білково-протеїназного комплексу та від рецептури тіста.

Суша картопляна добавка (СКД) містить білки, крохмаль та легкозброджувані цукри, які мають відігравати певну роль у формуванні структурно-механічних властивостей тіста. Слід звернути увагу, що добавку оброблено лимонною кислотою, яка безпосередньо впливає на стан клейковинного каркасу, від якого найбільше залежать структурно-механічні властивості тіста. Тому дослідження впливу добавки та її концентрації на структурно-механічні властивості тіста стало предметом наших подальших досліджень.

Найбільш повну оцінку процесу замісу тіста можна отримати на приладі фаринограф (дослідження проводили на фаринографі фірми Брабендера). Прилад дозволяє визначити максимальну тривалість замісу тіста, еластичність тіста, показник розрідження при механічній обробці, водопоглинальну здатність компонентів тіста тощо.

Результати цифрової розшифровки динаміки утворення тіста з добавками СКД різної концентрації, формування та руйнування його структури в процесі механічної обробки наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив різної концентрації добавки на процес тістоутворення за даними фаринографа Брабендера

Назва зразка	Назва показника				
	Водопоглинальна здатність, см ³ /100г	Час утворення тіста, хв.	Стабільність, хв	Еластичність, хв	Розрідження протягом замісу, од. приладу
Борошно вищого сорту					
Контроль	67	3,5	4,5	71	55
1 % СКД	66	2,5	4,0	68	60
3 % СКД	66	2,5	3,5	65	60
6 % СКД	65	2,0	3,0	63	65
Борошно I сорту					
Контроль	55	1,7	2,0	60	40
1 % СКД	59	1,5	2,5	58	45
3 % СКД	61	1,5	3,0	55	50
6 % СКД	63	1,5	3,5	53	50

Результати проведених досліджень показали, що додавання сухої картопляної добавки при замішуванні тіста із борошна вищого сорту дещо знижує показники водопоглинальної здатності, стабільність напівфабрикату та час його утворення і покращує ступінь розрідження тіста наприкінці замісу.

Додавання добавки у тісто, виготовлене з борошна I сорту, навпаки підвищує показник водопоглинальної здатності, за рахунок вмісту у складі добавки гідрофільних полісахаридів, що може бути використано при замісі тіста із борошна з недостатнім вмістом клейковини. Також спостерігається підвищення показника розрідження тіста, збільшуються показники стабільності тіста та знижується показник часу його утворення. Це явище можна пояснити тим, що складові частини добавки беруть активну участь у структуроутворенні напівфабрикату, що приводить до зміцнення системи.

Отже, дані табл. 1 свідчать про позитивний вплив сухої картопляної добавки на структурно-механічні властивості тіста, що передбачає підвищення якості готових виробів, тобто підвищення їхньої формостійкості, а також зменшує кількість вільної вологи, що призводить до зменшення кількості міжмолекулярної рідини тіста та сприяє зміцненню структури напівфабрикатів та готових виробів.

Відомо, що в процесі бродіння тісто підлягає деформації розтягування. Для забезпечення збільшення газу утримувальної та формоутримувальної здатності тіста необхідно оптимальне співвідношення пружності та розтяжності тіста.

Дослідження впливу сухої картопляної добавки на пружно-еластичні властивості тіста виготовленого з різних сортів борошна проводили за допомогою екстенсографу Брабендера. Результати цифрового розшифрування екстенсограми наведені в табл. 2.

Отримані дані вказують на зменшення показника пружності та підвищення показника розтяжності для зразків тіста із різною концентрацією добавки, виготовленого з вищого сорту борошна впродовж усього процесу відстоювання тіста. У випадку додавання сухої картопляної добавки до тіста, виготовленого з першого сорту борошна спостерігається дещо інша картина – пружність тіста підвищується, а розтяжність зменшується.

Отже, полісахариди, що містяться у добавці, володіють укріплювальною здатністю на структуру тіста. Це явище також можна пояснити наявністю у складі добавки лимонної кислоти, яка впливає на білки клейковини та зміцнює структурний каркас тіста.

При визначенні органолептичних показників було встановлено, що при внесенні сухої картопляної добавки у концентрації 6 % фізико-хімічні та органолептичні показники не гірші у порівнянні з контрольним зразком та зразками з додаванням рослинної добавки 1 % та 3 % до маси борошна. Таким чином, вважаємо оптимальним внесення сухої картопляної добавки до рецептури дріжджового тіста 6 %, оскільки це співвідношення не тільки не впливає на органолептичні показники, але покращує газоутворювальну здатність тіста та скорочує тривалість бродіння.

Недоліком екстенсографу є неточність результатів, це пов'язано з тим, що дослідження проводились у бездріжджовому тісті. У цьому випадку не враховані фактори, які виникають у результаті спиртового бродіння дріжджового тіста [6]. Тому подальші дослідження проводили в проблемній науково-дослідницькій лабораторії кафедри загальної інженерних дисциплін.

Таблиця 2 – Вплив добавки СКД на властивості тіста за даними екстенсографу Брабендера

Назва зразка	Опір розтягування (пружність) P_c , од. екст.	Розтяжність, L, мм	Енергія, $см^2$	Співвідношення опору розтягування до розтяжності P_c/L
Борошно вищого сорту				
Через 45 хв ферментації				
Контроль	710	167	92,5	4,5
1 % СКД	670	166	89,3	4,4
3 % СКД	650	165	84,2	4,3
6 % СКД	640	165	82,4	4,1
Через 90 хв ферментації				
Контроль	690	170	72,8	4,0
1 % СКД	640	172	74,5	3,9
3 % СКД	630	174	75,9	3,8
6 % СКД	620	175	77,5	3,7
1	2	3	4	5
Через 135 хв ферментації				
Контроль	660	190	68,0	3,5
1 % СКД	610	191	69,1	3,4
3 % СКД	600	194	70,3	3,3
6 % СКД	590	195	71,5	3,2
Борошно I сорту				
Через 45 хв ферментації				
Контроль	510	200	92,5	2,5
1 % СКД	600	190	89,3	2,9
3 % СКД	610	175	84,2	3,2
6 % СКД	620	165	82,4	3,9
Через 90 хв ферментації				
Контроль	480	220	72,8	2,2
1 % СКД	570	200	74,5	2,8
3 % СКД	580	185	75,9	3,1
6 % СКД	590	170	77,5	3,6
Через 135 хв ферментації				
Контроль	460	240	68,0	2,0
1 % СКД	540	210	69,1	2,7
3 % СКД	560	190	70,3	3,0
6 % СКД	570	175	71,5	3,6

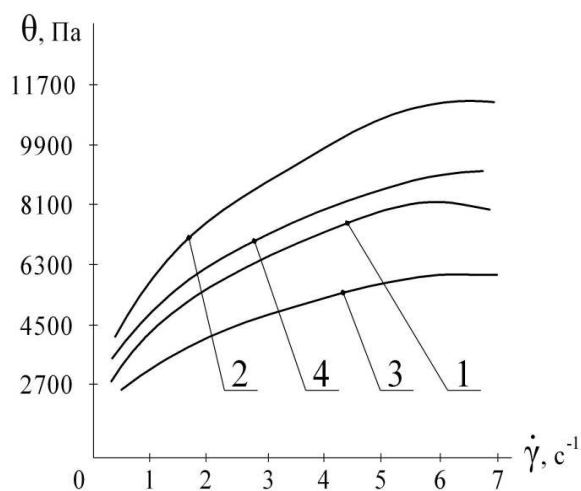
Дослідження проводили на віскозиметрі Rheotest RN 4.1, який забезпечив можливість одержання абсолютних значень показників, при швидкостях зсуву $0,3-6,5 \text{ c}^{-1}$ визначали в'язкість та напругу зсуву дріжджового тіста вологістю 38 % 4 зразків:

- 1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту;
- 2 – зразок із додаванням 6 % сухої картопляної добавки (СКД) до маси борошна вищого сорту;
- 3 – контрольний зразок із борошна I сорту;
- 4 – зразок із додаванням 6 % сухої картопляної добавки (СКД) до маси борошна I сорту.

Метою даних експериментальних досліджень було встановлення зміни кількісних значень напруження зсуву та в'язкості зразків тіста з додаванням сухої картопляної добавки у концентрації 6 % до маси борошна вищого та I сортів залежно від тривалості розстоювання. Температура зразків складала $32 \text{ }^\circ\text{C}$ та була однорідною по всьому об'єму, коливання температури склали $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом експерименту, зразки мали однорідну консистенцію.

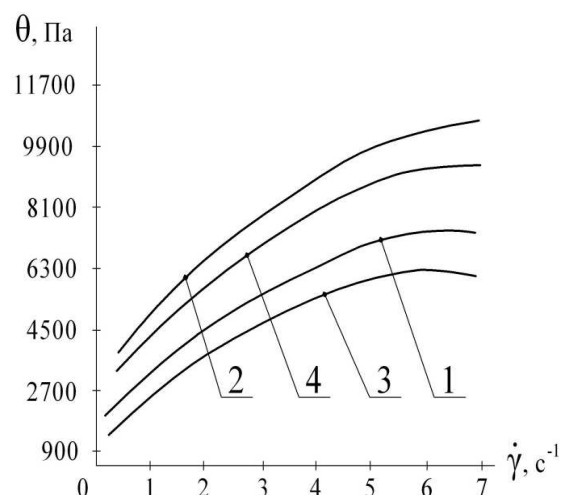
Упродовж даного експерименту нами було встановлено, що додавання сухої картопляної добавки збільшує абсолютні значення величин ефективної в'язкості та напруги зсуву тіста у порівнянні з контрольними зразками.

На рис.1 – 4 наведені криві зміни напруження зсуву залежно від швидкості зсуву та тривалості розстоювання.



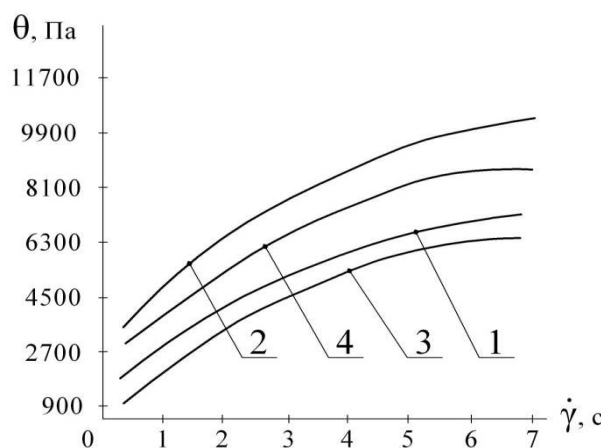
1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок з додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок з додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 1 – Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву після замісу тіста



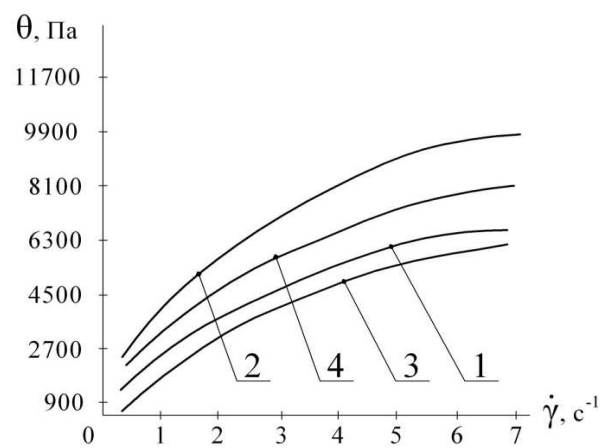
1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок з додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок з додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 2 – Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву після 45 хв розстоювання тіста



1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 3 – Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву після 90 хв розстоювання тіста

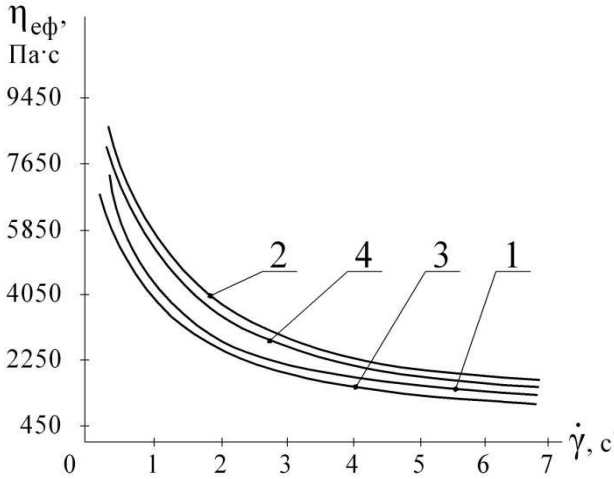


1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок з додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 4 – Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву після 135 хв розстоювання тіста

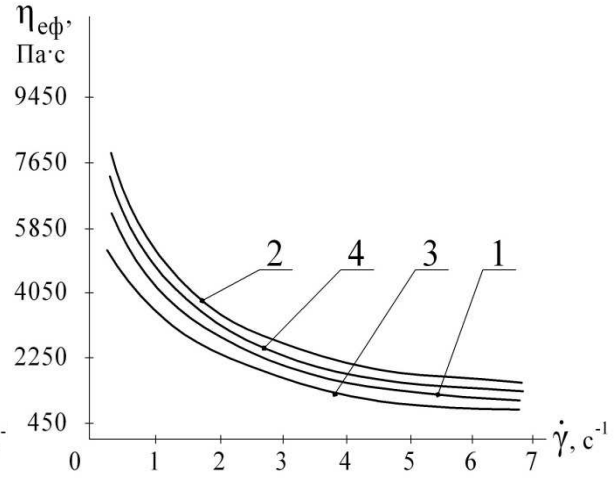
Характер змінення напруження зсуву для всіх дослідів залишається незмінним, зі збільшенням швидкості зсуву напруження зсуву зростає. Сорт борошна впливає на кількісні значення напруження зсуву, оскільки воно зменшується для тіста з борошна I сорту у порівнянні зі зразками тіста з борошна вищого сорту при будь-якій тривалості розстоювання. Зі збільшення тривалості розстоювання напруження зсуву також зменшується. При швидкості зсуву $6,5 \text{ c}^{-1}$ значення напруження зсуву при тривалості розстоювання від 0 до 135 хв зменшуються на 18 %. Вплив тривалості розстоювання та сорту борошна зменшується зі збільшенням швидкості зсуву.

На рис. 5 – 8 наведені криві зміни ефективної в'язкості у залежності від швидкості зсуву та тривалості розстоювання.



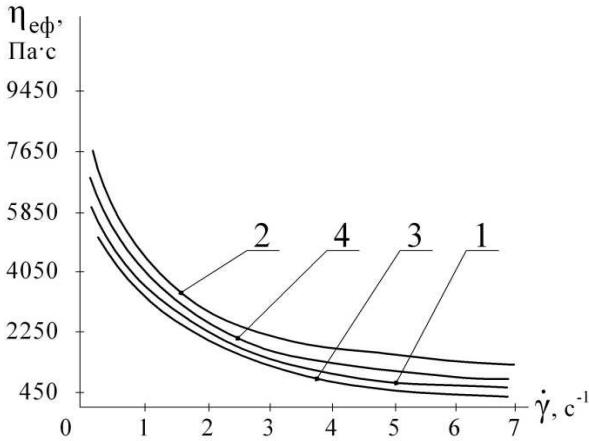
1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 5 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після замісу тіста



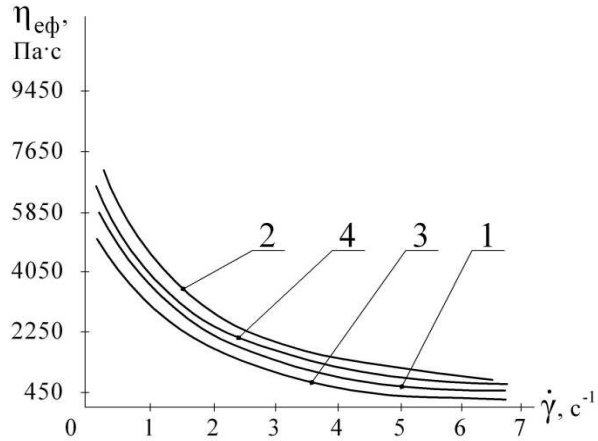
1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 6 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 45 хв розстоювання тіста



1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 7 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 90 хв розстоювання тіста



1 – контрольний зразок із борошна вищого сорту; 2 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна вищого сорту; 3 – контрольний зразок із борошна I сорту; 4 – зразок із додаванням СКД 6 % до маси борошна I сорту

Рис. 8 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 135 хв розстоювання тіста

Із графіків видно, що зі збільшенням швидкості зсуву в'язкість тіста при будь-якій тривалості розстоювання зменшується для всіх зразків. Зі збільшенням часу розстоювання в'язкість також зменшується. Закономірність змінення в'язкості однакова для контрольних зразків тіста з борошна вищого та першого сорту, так і з додаванням сухої картопляної добавки у кількості 6 % до маси борошна.

Висновки. Результати проведених досліджень показали, що розробка прискореної технології дріжджового напівфабрикату із додаванням сухої картопляної добавки дозволяє значно скоротити час утворення тіста безопарним способом, а також вирішити проблему раціонального використання вторинної сировини.

Література

1. Ільдірова С.К., Попова С.Ю. Дослідження впливу технологічних умов активації дріжджів на якісні показники дріжджового напівфабрикату// Обладнання та технології харчових виробництв: темат.зб.наук.пр. – Донецьк ДонНУЕТ, 2011. № 27, – С. 179-183.
2. Ільдірова С.К., Камсуліна Н.В. Попова С.Ю. Дослідження умов заморожування крохмалевмісної сировини та визначення впливу на газоутворювальну здатність дріжджового тіста// Обладнання та технології харчових виробництв: темат.зб.наук.пр. – Донецьк ДонНУЕТ, 2010. № 26. – С. 80-84.
3. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.
4. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 277 с.
5. Данилова Е.Н., Цуркова К.Е. Пищевая ценность хлебобулочних изделий. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 79с.
6. Мачихин Ю.А., Мачихин С. А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.

УДК 664.64.016

ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ БОРОШНЯНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ

**Кравченко М.Ф., д-р техн. наук, професор, Демічковська М.П., асистент
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ**

У статті обґрунтовано вплив функціональних композицій на основі борошна зернобобових культур (сої) і продуктів переробки морських водоростей (цистозіри, карагінану) на якість та безпеку борошняних кулінарних виробів. Доведено, що використання функціональних композицій не погіршує показники якості та безпечності борошняної кулінарної продукції.

In the article the influence of functional compositions based on flour legumes (soybeans) and processed products of marine algae (tsystoziry, karahinanu) the quality and safety of flour food products. It is shown that the use of functional compositions affects quality and safety of cooking flour products.

Ключові слова: функціональні композиції, борошняні кулінарні вироби, якість, безпечність, органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні показники.

Питання забезпечення якості та безпеки харчових продуктів найбільш гостро виникло у другій половині 20 століття. Безпечність харчових продуктів і продовольчої сировини відносять до основних факторів, що визначають здоров'я населення України і збереження його генофонду. Понад 70 % усіх забруднювачів надходять в організм людини з продуктами харчування. Стан справ із безпечністю продовольства в Україні, особливо в останні роки, погіршився у зв'язку з демонополізацією харчової промисловості, збільшенням обсягів постачань з-за кордону, ослабленням контролю за виробництвом і реалізацією продуктів харчування. Це викликає серйозну тривогу. Результати контролю якості продуктів харчування свідчать про високі рівні забруднення продуктів токсичними хімічними сполуками, біологічними агентами і мікроорганізмами. У цілому по Україні від 12 до 15 % молочної продукції, риби і рибної кулінари, від 7 до 12 % м'ясопродуктів не відповідають вимогам стандартів за бактеріологічними показниками. Від 1,5 до 10 % проб харчових продуктів містять важкі метали, у тому числі ртуть, свинець, кадмій, мідь, цинк, з них від 2,5 до 5 % у концентраціях, що перевищують гранично допустимі.

Відповідно до "Глобальної стратегії ВООЗ у галузі харчування, фізичної активності та здоров'я" (резолюція 57.17 Всесвітньої асамблеї охорони здоров'я від 22 травня 2004 р.), поступова заміна традиційного асортименту харчових продуктів на нові функціональні є основним напрямом розвитку цивілізованого продовольчого ринку. Такі продукти сприяють підтриманню нормального функціонування всіх органів і систем організму людини, забезпеченню здоров'я та довголіття. Серед основних засад державної політики стосовно якості та безпеки харчових продуктів є розробка стратегії щодо створення нових науково обґрунтованих технологій екологічно чистих харчових продуктів, у т.ч. і функціонального призначення [12].

Тому одним з найважливіших завдань є створення кулінарної продукції високої якості з дотриманням всіх міжнародних норм та стандартів: НАССР, *Codex Alimentarius Austriacus*, *директивам ЄС*. Відповідність харчової продукції міжнародним стандартам є важливою умовою для перебування України у

Світовій організації торгівлі та намаганням приєднатися до Європейського союзу. У країнах ЄС для харчових продуктів встановлені максимально допустимі норми вмісту нітратів, мікотоксинів, важких металів, діоксинів, поліхлорованих біфенілів PCBs тощо. Мікробіологічні показники регламентуються як для окремих стадій технологічного процесу, так і для готової продукції.

Перспективним напрямом вирішення завдання щодо підвищення харчової цінності, зниження дефіциту есенційних речовин є розроблення технології борошняних кулінарних виробів функціонального призначення, що передбачає поєднання традиційної сировини з дієтичними добавками. Це дозволить отримати якісну і безпечну продукцію, збагачену фізіологічно важливими для організму людини нутрієнтами. На сьогодні у харчових технологіях спостерігається тенденція до широкого використання гідролоїдів, білково-жирових та дієтичних добавок, продуктів переробки морських водоростей тощо [13].

В якості структуроутворювача, для покращення структурно-механічних характеристик борошняних кулінарних виробів, застосовується карагінан (ТУ У 05775131.001–97), який є полісахаридом, отриманим із червоних водоростей. [10] З метою підвищення харчової та поживної цінності борошняних кулінарних виробів використано добавку білково-жирову ЕСО (ДБЖ ЕСО) (ТУ У 13693522.002–96 Зернопродукти пробуджені) та дієтичну добавку з морської водорості цистозіри (ТУ У 21663408.001–2000) [10, 13].

Мета дослідження – визначення якості та показників безпечності нових борошняних кулінарних виробів: вареників «Здоров'я», пельменів «Особливих» [11].

Показники якості та безпечності борошняних кулінарних виробів, а саме вареників «Здоров'я», пельменів «Особливих» визначали у порівнянні з контролем мікробіологічної безпечності за (ГОСТ 10444.12–88): кількість МАФAM (ГОСТ 10444.15-94), бактерій групи кишкової палички (ГОСТ 30518–97), патогенних мікроорганізмів, у т.ч. родів *Salmonella* (ДСТУ EN 12824:2004), *L.monocytogenes* (МВ 10.10.2.2-132-2006); вміст токсичних елементів: свинцю – (ГОСТ 26932–86), кадмію (ГОСТ 26933–86), миш'яку (ГОСТ 26930–86), ртуті (ГОСТ 26927–86); вміст нітрозамінів, афлатоксин В₁, гормональних препаратів, радіонуклідів (МБТ № 5061), пестицидів – в ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000; МР 4.4.4 – 108 [1-9].

Внаслідок високого вмісту вологи і білків борошняні кулінарні вироби є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори. Враховуючи швидкокопсувний характер сировини і сприятливі умови для розвитку мікрофлори, зокрема у фарші, контроль загального мікробіологічного осмінення і визначення наявності патогенних бактерій є обов'язковим етапом дослідження борошняних кулінарних виробів. Внаслідок проведених експериментальних досліджень зняття проб через 24 год зберігання для визначення загальної забрудненості борошняних кулінарних виробів, наявності групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів, здатних викликати харчові отруєння (табл.1).

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники борошняних кулінарних виробів

Назва показника	Норма	Вареники «Здоров'я»		Пельмені «Особливі»	
		0	24	0	24
Термін зберігання, год					
Кількість МАФAM, КУО, в 1г продукту, не більше ніж	$1 \cdot 10^5$	$0,25 \cdot 10^5$	$0,27 \cdot 10^5$	$0,23 \cdot 10^5$	$0,25 \cdot 10^6$
Патогенні мікроорганізми, зокрема роду <i>Salmonella</i> , в 25г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії групи кишкових паличок (БГКП), в 0,001 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
<i>L.monocytogenes</i> , у 25г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

За мікробіологічними показниками отримано результати: кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках борошняних кулінарних виробів після 24 год зберігання, набагато нижча встановленої норми; протягом усього терміну зберігання відповідають вимогам нормативної документації [2]. Наявність БГКП, патогенних мікроорганізмів, у т.ч. родів *Salmonella*, *L.monocytogenes* у борошняних кулінарних виробів також відсутня [1, 7, 8].

Результати проведених експериментальних досліджень щодо вмісту токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку) свідчать, що вони не перевищують гранично допустимих рівнів (ГДР) (табл. 2) [3-6].

Ртуть, мікотоксини – афлатоксин В₁, гормональні препарати, пестициди, на які теж встановлено ГДР, у контрольних та дослідних зразках не виявлено. Вміст радіонуклідів у варениках та пельменях не перевищує допустимих рівнів, встановлених в ГН 6.6.1.1-130 і становить ¹³⁷Cs – 120 Бк/кг, ⁹⁰Sr – 12 Бк/кг [9].

Таблиця 2 – Вміст токсичних елементів у борошняних кулінарних виробках

Назва токсичного елемента	Гранично допустимі рівні, мг/кг, не більше від	Вареники «Здоров'я»	Пельмені «Особливі»
Свинець	0,5	0,032	0,031
Кадмій	0,05	0,012	0,011
Миш'як	0,1	0,001	0,001
Ртуть	0,03	Не виявлено	Не виявлено

Нові види борошняних кулінарних виробів характеризуються високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості, не поступають в цьому традиційним виробам і не відрізняються за смаком та запахом за рахунок внесення дієтичних добавок (табл. 3).

Борошняні кулінарні вироби зберігають лише у замороженому вигляді. За санітарними нормами строк придатності вареників та пельменів, як і традиційних, при температурі мінус 18 °С не більше 3 місяців, мінус 10 °С не більше 30 діб, при температурі мінус 5 °С – не більше 48 годин.

Таблиця 3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники борошняних кулінарних виробів

Назва показника	Характеристика і норма напівфабрикатів			
	Вареники (контроль)	Пельмені (контроль)	Вареники «Здоров'я»	Пельмені «Особливі»
Зовнішній вигляд	Форма півсфери або іншої форми	Форма округла	Форма півсфери або іншої форми	Форма округла
	Край щільно заліплений, поверхня рівна, суха, гладка, без пошкоджень, фарш не виступає. Під час струшування пакувальної одиниці дають ясний, виразний звук			
Консистенція	Варений продукт соковитий, м'який, тістова оболонка не розірвана			
Вигляд на розрізі	Тонка оболонка з тіста від білого до кремового кольору, начинка рівномірно перемішана, сіро-коричневого кольору			
Смак і запах готових до вживання	Приємний соковитий смак, властивий продукту, без стороннього присмаку і запаху			
Запах для сирих вареників та пельменів	Чистий, властивий доброякісній сировині з вираженим ароматом спецій, без сторонніх запахів			
Масова частка води в фарші чи начинці, %, не більше	65,0	70,0	65,0	70,0
Масова частка жиру в фарші чи начинці, %, не більше	25,0	26,0	25,0	26,0
Масова частка фаршу або начинки від маси напівфабрикату, %, не менше	40,0	50,0	40,0	50,0
Масова частка кухонної солі в фарші чи начинці, %, не більше	2,0	1,5	1,8	1,3
Маса однієї штуки, г	не більше від 35,0	12,0±2,5	не більше від 35,0	12,0±2,5
Температура в товщі напівфабрикату, °С, не вище	мінус 10			

Дослідження хімічного складу борошняних кулінарних виробів функціонального призначення з використанням ДБЖ ЕСО, карагінану і цистозіри показали, що кількість білка у виробках збільшується: у варениках «Здоров'я» на 14,42 %, у пельменях «Особливих» на 18,2 % порівняно з контролем (табл. 4); жирів на 14,7 % у варениках «Здоров'я», на 22,8 % у пельменях «Особливих»; харчових волокон у 44 рази у варениках та у 13 разів у пельменях.

У розроблених борошняних кулінарних виробках збільшився вміст мінеральних речовин: кальцію – у 1,7-2,1 рази, калію – у 0,5-3,1 рази, магнію – 1,0-1,3 рази, заліза – у 1,3-1,5 рази, йоду – у 15-16 разів, селену у 13-14 разів відносно контролю. Аналіз вітамінного складу розроблених борошняних кулінарних виробів виявив зростання вмісту вітамінів, зокрема, β-каротину - у 11-18 разів, тіаміну (В₁) – 1,5-16,0 рази; рибофлавіну (В₂) – 1,01-2,16 рази; (В₃) – 2,02–4,7 рази; (В₆) – 1,18-7,5 рази; фолієвої кислоти (В₉) – 5,15-8,59 рази.

Таблиця 4 – Хімічний склад борошняних кулінарних виробів (на 100 г продукту)

Показники	Вареники (контроль)	Вареники (дослід)	Пельмені (контроль)	Пельмені (дослід)
Білки, г	19.0±0.3	21.8*±3.2	14.1±0.3	16.6*±3.4
Жири, г	9.4±0.1	10.7*±0.1	6.5±0.1	7.7*±0.1
Вуглеводи, г	20.6±0.4	21.5*±0.4	22.2±0.4	22.1*±0.5
Харчові волокна, г	0.04±0.0	1.6*±0.1	0.07±0.0	1.3*±0.1
Зола, г	1.9±0.1	2.7*±0.1	2.33±0.1	2.9*±0.1
Мінеральні речовини				
Na, мг	457.5±12.2	460.8*±12.3	656.7±12.2	614.9*±12.3
K, мг	332.5±6.6	501.8*±4.7	238.1±4.6	238.0*±4.7
Ca, мг	21.2±0.4	72.6*±2.5	19.8±0.4	225.2*±2.5
Mg, мг	29.3±0.2	59.0*±0.8	21.6±0.2	40.2*±0.8
P, мг	176.6±2.6	234.3*±2.1	130.6±2.6	105.1*±2.1
Fe, мг	1.5±0.5	3.5*±0.1	1176.2±22.5	2003.3*±40.0
J, мкг	0.1±0.0	661.1*±12.2	0.1±0.0	612.7*±12.4
Вітаміни				
B ₁ , мг	0.1*±0.0	1.3*±0.1	0.1±0.0	1.4*±0.1
B ₆ , мг	0.1*±0.0	1.1*±0.0	0.1±0.0	0.2*±0.0
Енергетична цінність, ккал	245.6±5.1	272.4*±4.5	206.4±5.1	227.4*±4.2

Примітка. * Різниця з контролем достовірна, $p < 0,05$.

Висновки. На підставі проведених досліджень встановлено відповідність розроблених борошняних кулінарних виробів вимогам безпечності за вмістом токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів та мікробіологічного контролю. На новітні технології борошняних кулінарних виробів отримано позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-06/75175 від 19.07.2011р., затверджено ТУ У та ТІ 15.8-01566117-076:2011 «Вареники та пельмені з м'ясом, зернопродуктами ЕСО та продуктами переробки морських водоростей».

Література

1. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення Salmonella
2. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
3. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути
4. ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка
5. ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца
6. ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия
7. ГОСТ 30518-97 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
8. МВ 10.10.2.2-132-2006 Методичні вказівки. Організація контролю і методи виявлення бактерій *Listeria monocytogenes* у харчових продуктах та продовольчій сировині
9. ГН 6.6.1.1-130-2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs¹³⁷ та Sr⁹⁰ у продуктах харчування та питній воді
10. Водоросли. Справочник / АН.УССР, Ин-т. ботаники им Н.Г.Холодного. – К.: Урожай, 1989. – 358 с
11. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. / Авт. сост.: А.И.Здобнов, В.А.Цыганенко, М.И.Пересичный. – К.: А.С.К., 1998. – 656 с.
12. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Монографія] / М.І.Пересічний, М.Ф.Кравченко, Д.В.Федорова, О.В.Кандалей, С.М. Пересічна, О.В. Шевченко, А.Б.Собко / Київ: КНТЕУ, 2008 – 718 с.
13. Цыганова Т.Б. Функциональные ингредиенты и их использование //Мясные технологии. 2007. – № 4. – С. 40-41.

УДК 664.664

БІЛКОВО-ПШЕНИЧНИЙ ХЛІБ ІЗ ГРЕЧАНИМ БОРОШНОМ

Гордієнко Т.В., магістр, Семенова А.Б., аспірант, Михонік Л.А., канд. техн. наук, доцент,
Дробот В.І., д-р техн. наук, професор, член-кор. НААН України
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Стаття присвячена питанню виготовлення хліба дієтичного призначення з підвищеною харчовою та зниженою енергетичною цінністю, збагаченого білком, харчовими волокнами, вітамінами та мінеральними речовинами шляхом внесення сухої пшеничної клейковини та гречаного борошна. Наведено короткий огляд корисних властивостей гречаної сировини. Проаналізовано показники технологічного процесу та показники якості білково-пшеничного хліба з гречаним борошном. На основі проведених досліджень зроблено висновки щодо оптимальної кількості заміни пшеничного борошна на гречане.

The article is devoted to question of bread making the dietary destination with increased of nutritional and with decreased of energy value, fortified in proteins, dietary fibers, vitamins and minerals by means of addition of dry wheat gluten and buckwheat flour. A brief account is given of useful properties of raw buckwheat. The parameters of process and quality indices of protein-wheat bread with buckwheat flour were analyzed. The conclusions about the optimal replacement of wheat flour by buckwheat flour were made on the strength of ongoing research.

Ключові слова: суха пшенична клейковина, гречане борошно, структурно-механічні властивості тіста, інтенсивність газоутворення, ожиріння, дієтичні продукти

Хлібобулочні вироби з оздоровчою дією користуються чималим попитом. До рецептури цих виробів входить сировина, що має високу біологічну цінність. До такої сировини відносять пластівці та борошно круп'яних культур, висівки, шрот, продукти переробки олійних культур.

Продукти переробки гречки – борошно та пластівці – містять значну кількість біологічно активних речовин і харчових волокон, мають збалансований амінокислотний склад. Характерним для цих продуктів є високий вміст вітамінів групи В, Р і РР, а також фосфору, калію, кальцію, магнію та заліза. Гречка – універсальний компонент здорового харчування. У її складі міститься до 16 % легкозасвоюваних білків, до 30 % вуглеводів і до 3 % жирів, клітковина, лимонна, яблучна і щавлева кислоти [1].

Залізо, що міститься у гречці, прискорює утворення червоних кров'яних тілець і забезпечує здоровий колір обличчя. Завдяки калію підтримується оптимальний кров'яний тиск, а кальцій запобігає ламкості нігтів, крихкості кісток, магній допомагає стабілізувати стан нервової системи.

На думку лікарів, корисні властивості гречки допомагають хворим на діабет та ожирінням, адже в ній менше вуглеводів, ніж в інших культурах. У медицині гречку цінують за вміст у ній значної кількості рутину – речовини, яка сприяє ущільненню стінок кровоносних судин, оберігає від крововиливів і скорочує час згортання крові. У сполучних тканинах рутин гречки зміцнює мікроскопічні кровоносні судини. Складові гречки сприяють покращенню зору та кровообігу, зміцненню імунної системи [2].

В останній час дуже гостро існує проблема надлишкової маси у людей. У нашій країні близько 25 % населення, які мають ті чи інші захворювання, пов'язані з надлишковою вагою. Традиційні хлібобулочні вироби характеризуються низьким вмістом білка (близько 8 %) та високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів (більше 45 %). В асортименті хлібобулочних виробів України обмаль таких, що мають знижений вміст вуглеводів [3].

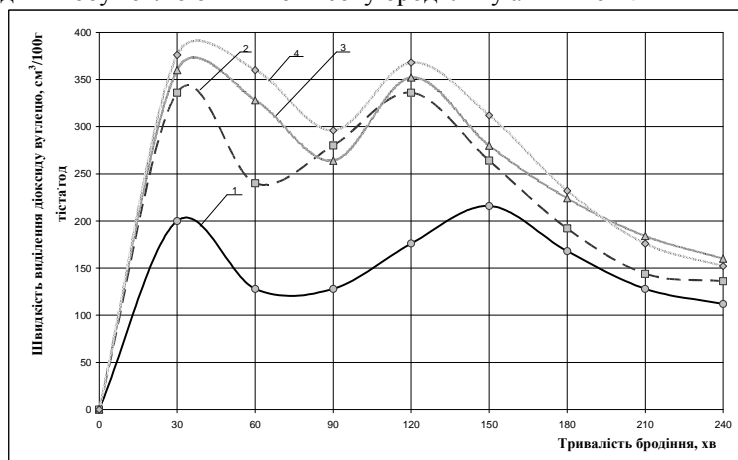
Зважаючи на хімічний склад гречки, може бути доцільним використання продуктів її перероблення у хлібобулочних виробках оздоровчого призначення. Натуральна пшенична клейковина визнана як безпечна для використання в якості білкового збагачувача, натурального наповнювача, стабілізатора і зв'язувальної речовини, вона повністю відповідає вимогам ФАО/ВООЗ. Суха пшенична клейковина (СПК) – натуральна речовина і її кількість при використанні в якості добавки не обмежується.

Сумісне використання продуктів переробки гречки та СПК дозволить одержати вироби з підвищеним вмістом білка та біологічно активних речовин.

Під час розроблення рецептур за основу було взято хліб білковий Київський (ГОСТ 28808 – 90). До рецептури цього виробу входить пшеничне борошно вищого сорту та СПК в кількості 20 % замість маси борошна.

Готували рецептурні композиції з додаванням 20 % СПК, а також 20 %, 30 % та 40 % гречаного борошна замість пшеничного вищого сорту. У рецептуру включали також соняшникову олію, сіль та дріжджі. За контроль було взято зразок з 20 % СПК без додавання гречаного борошна.

З метою визначення впливу складових рецептурної композиції на швидкість дозрівання тіста було досліджено інтенсивність газоутворення зразків тіста з додаванням гречаного борошна, порівняно до контролю (рис. 1). Встановлено, що в зразках тіста з додаванням гречаного борошна відбувалось більш інтенсивне газоутворення, ніж в контролі. Це може бути пояснено тим, що гречане борошно містить велику кількість неклеяковинних фракцій білків (альбумінів – 58 %, глобулінів – 28 %), які покращують азотне живлення дріжджів і обумовлюють їхню високу бродильну активність.



1 – контроль; 2 – з 20 % СПК та 20 % гречаного борошна; 3 – з 20 % СПК та 30 % гречаного борошна; 4 – з 20 % СПК та 40 % гречаного борошна

Рис. 1 – Динаміка газоутворення в тісті під час бродіння

При аналізі динаміки газоутворення було виявлено, що в процесі ферментації всі зразки досягли першого екстремуму через 30 хв бродіння. Другий екстремум показав, що перехід на зброджування дріжджами мальтози, у зразках тіста з додаванням гречаного борошна, відбувається на 30 хв раніше, ніж у контролі. Гречане борошно виробляється з гречки. У виробництві продуктів перероблення гречки застосовують гідротермічну обробку, що приводить до часткової клейстеризації крохмалю. Це покращує його податливість амілолізу. Тісто з гречаним борошном містить більшу кількість поживних речовин, які призводять до інтенсифікації життєдіяльності дріжджових клітин.

Подальші дослідження були спрямовані на вивчення структурно-механічних властивостей тіста з додаванням СПК та гречаного борошна, які вивчали за допомогою фаринографа фірми «Брабендер» та за питомим об'ємом тіста.

Дані, отримані за допомогою фаринограми, показали (табл. 1), що досліджувані зразки, порівняно з контролем, мали досить високу водопоглинальну здатність тіста, що обумовлює збільшення виходу готової продукції. Найвищу водопоглинальну здатність має тісто, замішане з додаванням 40 % гречаного борошна. Найменшу тривалість утворення має тісто з додаванням 30 % та 40 % гречаного борошна. Очевидно, це пов'язано з тим, що гречане борошно не містить клейковини.

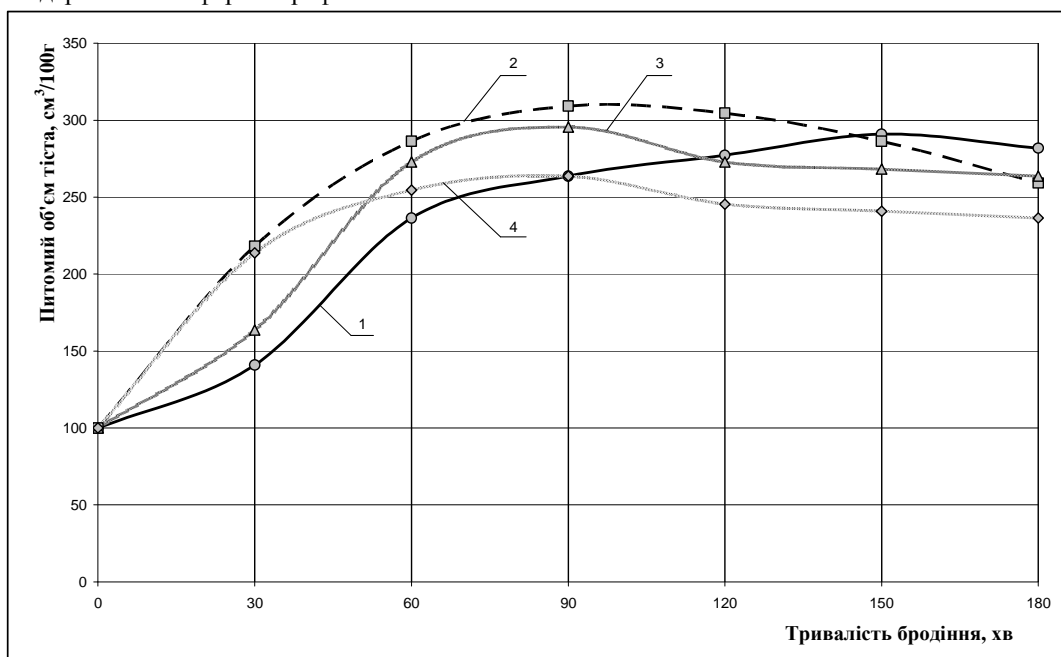
Показники розрідження тіста у зразках з додаванням гречаного борошна в 3-4,5 рази вищі, ніж в контролі. Можна припустити, що це відбувається внаслідок кращої податливості крохмалю гречаного борошна амілолізу.

Таблиця 1 – Властивості білково-пшеничного тіста з гречаним борошном, визначені за допомогою фаринограми

Показник фаринографа	Контроль	20% гречаного борошна	30% гречаного борошна	40% гречаного борошна
Водопоглинальна здатність, %	67,3	71,6	74	75,2
Тривалість утворення тіста, хв	12,0	8,5	7,5	7,0
Стійкість тіста, хв.	7,0	6,0	5,0	4,5
Еластичність, од. ф.	4,0	3,7	3,4	3,2
Розрідження тіста, од. ф.	10,0	30	40	45

Під час бродіння тіста відбувається формування розпушеної структури виробів за рахунок накопичення CO₂. Тому важливе значення при цьому має здатність клейковинного каркасу тіста утримувати вуглекислий газ, що виділяється в процесі бродіння. Газоутримувальну здатність тіста забезпечують його пружно-еластичні властивості.

Для визначення газотримувальної здатності тіста досліджували процес зміни об'єму тіста (рис.2) за температури 30-32 °С. Об'єм тіста з 20 % та 30 % борошна швидко зростає та досягає максимального значення через 90 хв. ферментації, після чого почав зменшуватися, що цілком корелює з показником розрідження одержаного за фаринографом.



1 – контроль; 2 – з 20 % СПК та 20 % гречаного борошна; 3 – з 20 % СПК та 30 % гречаного борошна; 4 – з 20 % СПК та 40 % гречаного борошна

Рис. 2 – Газотримувальна здатність тіста

В подальшому було проаналізовано показники технологічного процесу та якість хлібобулочних виробів з додаванням гречаного борошна. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Встановлено, що зразки хліба з додаванням 20 % та 30 % незначно відрізнялися за питомим об'ємом від контрольного зразка.

Таблиця 2 – Показники технологічного процесу і якості білково-пшеничного хліба з гречаним борошном

Показник	Контроль	20 % гречаного борошна	30 % гречаного борошна	40 % гречаного борошна
Тісто				
Масова частка вологи, %	47,0	47,0	47,0	47,0
Титрована кислотність, град:				
початкова	1,8	2,4	2,5	2,6
кінцева	2,2	2,8	3,0	3,2
Тривалість бродіння тіста, хв	180	180	180	180
Готові вироби				
Питомий об'єм, см³/г	3,0	2,84	2,6	2,23
Пористість, %	77	75	74	70
Вологість, %	45,7	45,8	45,6	45,6
Кислотність, град	1,8	2,3	2,4	2,4

Висновки

Дослідження показали, що внесення гречаного борошна підвищує кислотність тіста на 0,5-0,8 град.

Хліб із додаванням гречаного борошна має добрі органолептичні показники – приємний, характерний для гречки смак та аромат, гладку та випуклу скоринку. Хліб із додаванням 40 % гречаного борошна має менш еластичну м'якушку, товстостінну нерівномірну пористість, на 10 % менший питомий об'єм.

Отже, оптимальною кількістю гречаного борошна, у разі сумісного використання його з 20 % СПК, слід вважати 20 % замість маси борошна.

Література

1. Дробот В.И., Михоник Л.А., Грищенко А. Продукты функционального назначения: перспективы использования продуктов переработки крупяных культур в хлебопечении // Мир продуктов. 2009. – № 9. – С. 6-8.
2. Чайка І. Борошно з гречки // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2007. – № 2. – С. 45-46.
3. Цыганова Т., Классина С., Устинова О. Хлеб для людей, страдающих ожирением // Хлебопродукты. 2006. – № 11. – С. 34-36.

УДК 664.64.016

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНО-ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ТА ХЛІБА «ГАРМОНІЯ»

¹Арсеньєва Л.Ю., д-р техн. наук, професор, ²Арсиненко Н.О., аспірант, ст. викладач

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ

²Львівський державний коледж харчової і переробної промисловості НУХТ, м. Львів

Розроблено рецептуру для борошняно-зернових сумішей «Гармонія» та удосконалено технологію хліба «Гармонія» зі збалансованим хімічним складом.

Designed grain mix "Harmony" and improved technology of bread "Harmony" with a balanced chemical composition.

Ключові слова: суміш «Гармонія», технологія, рецептура, хліб «Гармонія».

Проблемі харчування завжди відводилась велика увага. Завдяки нетрадиційній сировині борошняно-зернової суміші (БЗС) «Гармонія», що входить у рецептурну суміш, у хлібі збільшено вміст білкових речовин, фракцію ліпідів, вітамінів, мінеральних речовин і майже в 7 разів – клітковини при незначному зменшенні загальної кількості вуглеводів за рахунок зменшення вмісту крохмалю. Внесення в тісто борошняно-зернової суміші «Гармонія», впливає на перебіг колоїдних, біохімічних й мікробіологічних процесів під час замісу й бродіння тіста та змінює якісні характеристики готових виробів.

Закономірною у цьому разі є певна зміна, порівняно з традиційними способами, технології хліба з сумішшю «Гармонія». Крім того, борошняно-зернова суміш містить підвищену кількість кислореагуювальних речовин і менш активні амілолітичні та протеолітичні ферменти, ніж в борошні пшеничному другого сорту [1]. Враховуючи це, нами було досліджено вплив суміші «Гармонія» на показники технологічного процесу та розроблено технологію як самої суміші, так і хліба з її використанням.

Для спрощення технологічного процесу, на основі борошняно-зернової суміші «Гармонія 1», розроблено суміші «Гармонія 2» і «Гармонія 3», які пропонується готувати за рецептурами, наведеними у табл.1, та за схемами: апаратурною, зображеною на рис.1 і технологічною, зображеною на рис.2.

Суміш «Гармонія 2» (табл.1) призначено для попереднього гідратування, бажано, з використанням інтенсивного механічного оброблення. Суміш «Гармонія 3» (табл.1) доцільно застосовувати на невеликих хлібопекарських підприємствах, адже до такої суміші під час замісу тіста додається лише розрахована кількість води.

На рис.1 зображено апаратурну схему виробництва сумішей на борошномельних заводах або підприємствах, які виготовляють і поширюють продукцію на основі зернових [2].

За запропонованою схемою (рис. 1) після попередньої підготовки сировини (термічної обробки і просіювання) із наддозаторних бункерів (поз. 1, 2) компоненти, згідно з рецептурою, дозуються з необхідною точністю (поз. 3 і 4) і змішуються (поз. 5) протягом 5...7 хв за колової швидкості перемішувального органу 100 об/хв. Готова борошняно-зернова суміш подається у відділення готової продукції на фасування [2].

До попередньої підготовки сировини входять такі технологічні операції як просіювання, магнітне очищення та термічне оброблення пшеничних зародків.

Таблиця 1 – Рецептури та норми витрат сировини для виробництва борошняно-зернової суміші «Гармонія»

Продукт	Компоненти	Рецептура, %	Виробничі втрати, %	Витрати на 1т продукції, кг
«Гармонія 1»	Борошно кукурудзяне	4,32	0,8	43,54
	Борошно ячмінне	12,96	0,8	130,63
	Клейковина пшенична суха	4,32	0,8	43,54
	Зерно сої дроблене	4,32	0,8	43,54
	Пластівці вівсяні	8,64	0,8	87,08
	Зародки пшеничні	8,64	0,8	87,08
	Насіння льону	15,12	0,8	152,40
	Ядро насіння соняшника	4,32	0,8	43,54
	Сироватка молочна суха	4,32	0,8	43,54
	Білок яєчний сухий	19,44	0,8	195,94
	Білок молочний сухий (казеїн)	9,72	0,8	97,97
Сіль	3,88	0,8	39,20	
	Разом	100,00	–	1008,00
«Гармонія 2»	«Гармонія 1»	97,06	0,8	978,36
	Дріжджі хлібопекарські сухі	2,94	0,8	29,64
	Разом	100,00	–	1008,00
«Гармонія 3»	«Гармонія 1»	39,30	0,8	396,20
	Борошно пшеничне другого сорту	59,60	0,8	600,75
	Дріжджі хлібопекарські сухі	1,10	0,8	11,05
	Разом	100,00	–	1008,00

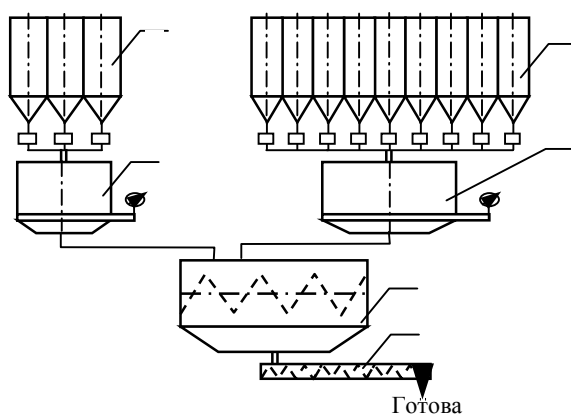


Рис. 1 – Принципова апаратурно-технологічна схема виробництва борошняно-зернових сумішей «Гармонія»

Термічне оброблення сировини зумовлене необхідністю підвищення стійкості хліба «Гармонія» до мікробіологічних хвороб протягом зберігання, а також поліпшення органолептичних характеристик готової продукції. У процесі термічної обробки зародків пшениці впродовж 25...30 хв за температури 130±1 °С збільшується їх термін зберігання до 3 місяців [3]. Крім того, в результаті термічного оброблення зародки пшениці отримують золотисте забарвлення і характерний приємний аромат, властивий горіхам, що підтверджено сенсорною оцінкою готових виробів.

Технологію приготування сумішей «Гармонія» відображено на рис. 2.

Борошняно-зернові суміші «Гармонія» використовують під час виробництва хлібобулочних виробів із пшеничного борошна переважно періодичним способом із метою поліпшення харчової цінності готової продукції.

Розроблені борошняно-зернові суміші «Гармонія» можуть бути використані для виробництва хліба зі збалансованим хімічним складом за рецептурами наведеними, в табл.2.

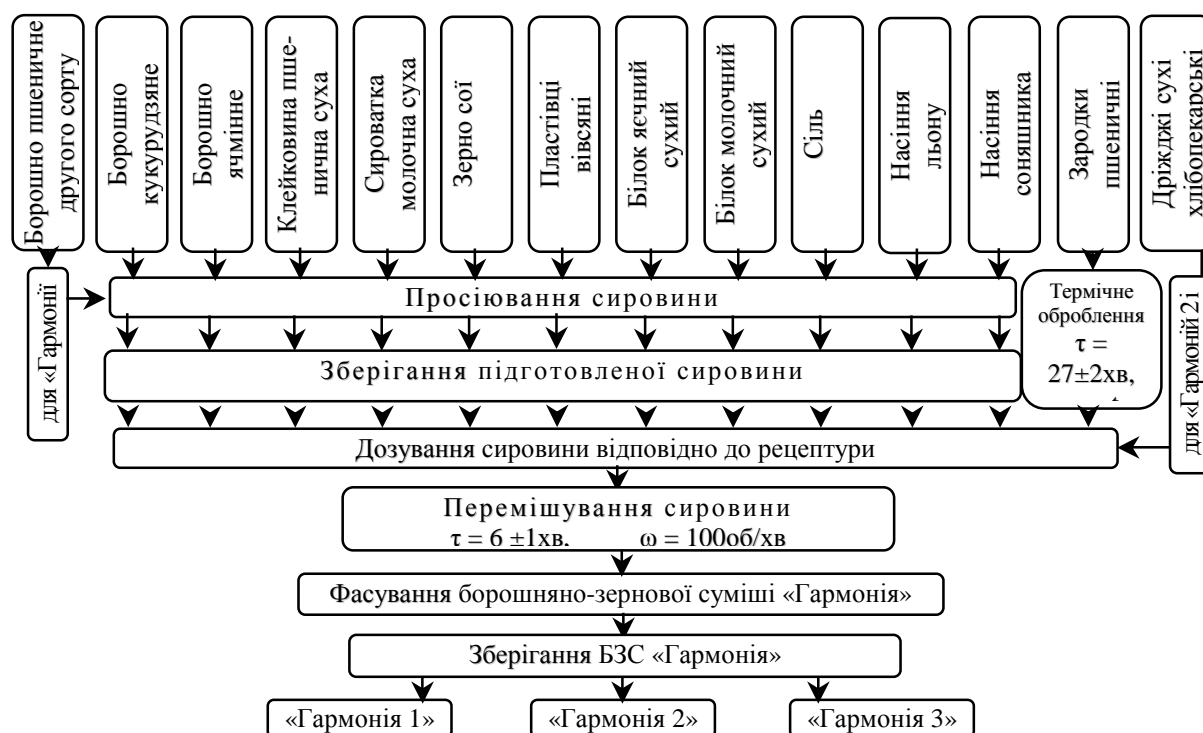


Рис. 2 – Технологічна схема виробництва суміші «Гармонія»

Таблиця 2 – Рецепт хліба

Сировина	Витрати сировини, кг						
	Хліб «Гармонія»			Хліб гармонійний		Хліб гармонійний поліпшений	
	на борошняно-зернових сумішах «Гармонія» модифікацій:						
	1	2	3	1	2	1	2
Борошно пшеничне першого сорту	–	–	–	60,5	60,5	20,0	20,0
Борошно пшеничне другого сорту	60,5	60,5	–	–	–	40,5	40,5
Борошняно-зернова суміш	«Гармонія 1»	39,5	–	39,5	–	39,5	–
	«Гармонія 2»	–	40,6	–	–	40,6	–
	«Гармонія 3»	–	–	100,0	–	–	–
Дріжджі хлібопекарські (сухі)	1,1	–	–	1,1	–	1,1	–
Разом	101,1	101,1	100,0	101,1	101,1	101,1	101,1

Нами запропоновано виробляти хліб із суміші «Гармонія» за схемою, зображеною на рис. 3. (на прикладі виробництва хліба «Гармонія» з використанням борошняно-зернової суміші «Гармонія 1»).

Борошняно-зернову суміш «Гармонія» вносять у тісто, згідно з рецептурою, використовуючи потрібні види фасування, передбачені ТУ У 02070938–115:2011 (50, 25, 5 чи 2кг) для забезпечення точного дозування суміші. Борошняно-зернові суміші «Гармонія 1» і «Гармонія 2» дозують у тісто у вигляді попередньо диспергованої суміші, приготовленої із сухої суміші і всієї рецептурної кількості води температурою 28 ± 5 °C у змішувачі інтенсивної дії.

До складу суміші «Гармонія 2» входять сухі дріжджі, тому диспергування проводять без додавання дріжджів. Її просто диспергують впродовж 3...4 хв до отримання гомогенної системи.

Зберігати дисперговану суміш не доцільно.

Сушу борошняно-зернову суміш «Гармонія 3» дозують на заміс тіста без стадії диспергування. Такий спосіб рекомендовано для міні-пекарень, не оснащених диспергаторами, а також для випікання хліба у домашніх хлібопічках. Таким чином, тісто для виробів хлібобулочних підвищеної харчової цінності готують безопарним способом (з використанням суміші «Гармонія 3») та з попереднім диспергуванням суміші (у разі використання сумішей «Гармонія 1» і «Гармонія 2»).

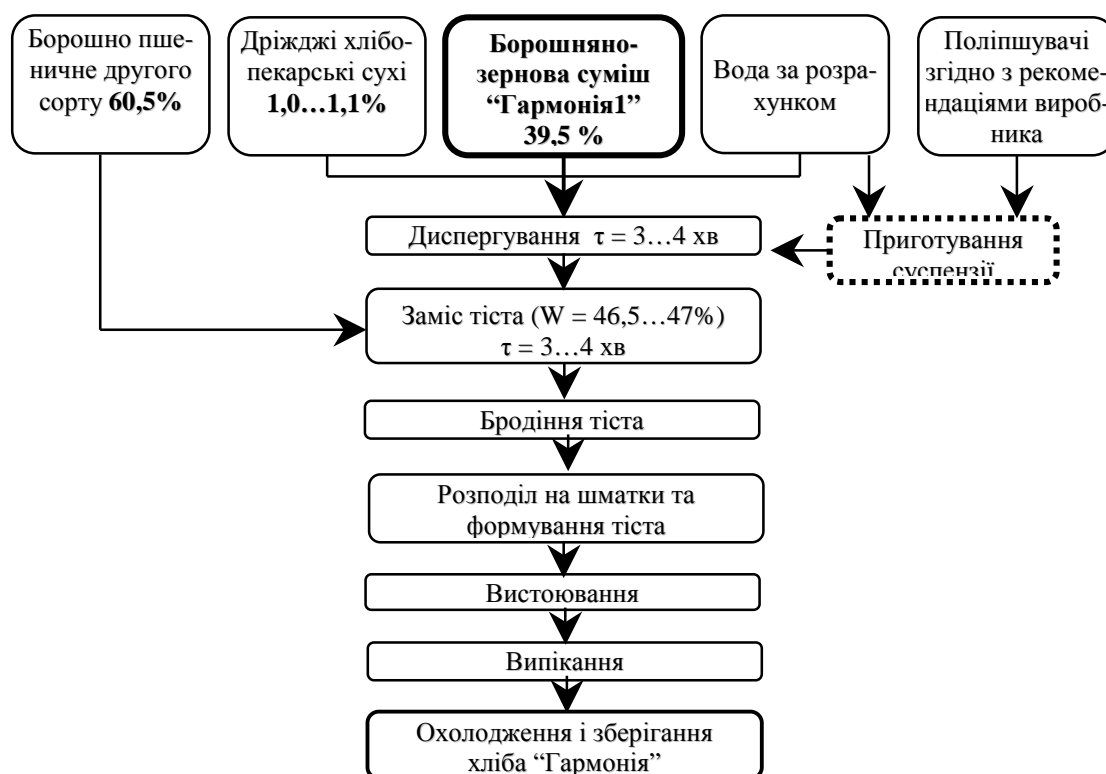


Рис. 3 – Принципова технологічна схема виробництва хліба «Гармонія»

Замішують тісто у тістомісильних машинах періодичної та безперервної дії різних марок до утворення однорідної маси. Під час замішування тіста на попередньо диспергованій суміші у тістомісильну машину вносять отриманий напівфабрикат і борошно за рецептурою. Тісто піддають бродінню впродовж 150 хв за температури 28 ± 5 °C до досягнення кислотності 6,5...7,0 град, що вказує на готовність напівфабрикату. Тривалість бродіння може змінюватись залежно від якості борошна та інших специфічних умов на виробництві.

Готове тісто після бродіння подають на оброблення, яке здійснюють за допомогою тістоподільників різних марок або вручну. Масу тістових заготовок визначають за встановленою масою готових виробів (від 0,2 до 0,8 кг) з урахуванням величини упікання та усихання на підприємстві. Тістові заготовки укладають у форми (для формових виробів), касети або на листи (для подових виробів) після надання їм відповідної форми згідно з ТУУ 02070938–116:2011.

Таблиця 3 – Параметри технологічного процесу

Технологічні параметри	Хліб «Гармонія»		Хліб гармонійний		Хліб гармонійний поліпшений		
	на борошняно-зернових сумішах «Гармонія» модифікацій:						
	1	2	3	1	2	1	2
Попередньо диспергована суміш							
Початкова температура, °C	26...28		–	26...28		26...28	
Тісто							
Початкова температура, °C	27...30			27...30		27...30	
Масова частка вологи, %	46,5...47,0			46,5...47,0		46,5...47,0	
Тривалість бродіння, хв.	120...150	150...180		120...150		120...150	
Кислотність, град	6,5...7,0			6,5...7,0		6,5...7,0	
Тривалість вистоювання, хв							
Температура випікання, °C	220...230			220...230		220...230	

Вистоювання тістових заготовок проводять у шафі кінцевого вистоювання за температури 35...45 °С та відносної вологості повітря 75...85 %. Тривалість вистоювання до готовності становить 25...60 хв залежно від умов вистоювання, якості сировини та маси тістової заготовки.

Перед посадкою у піч тістові заготовки зволожують спеціальним пристроєм або вручну. Випікання здійснюють у пекарській камері з парозволоженням. Температурні режими, тривалість вистоювання та випікання можуть змінюватись залежно від типу, конструктивних особливостей обладнання, умов його експлуатації та якості сировини.

Таким чином, із використанням отриманих у роботі результатів, розроблено технологію та нормативну документацію на хліб зі збалансованим хімічним складом «Гармонія».

Література

1. Арсиненко Н.А., Арсеньєва Л.Ю. Технологічні властивості борошняно-зернової суміші заданого хімічного складу// Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: – 2010. – Вип. 38. – Том 1. – С. 257-261.
2. Крошко О.С. Розробка технології виробництва борошняних сумішей підвищеної харчової цінності: Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. т. н., Одеса: ОНАХТ – 2006. – 17 с.
3. Горняк Т.М. Разработка технологии применения зародыша пшеницы для повышения биологической ценности мучных кондитерских изделий.: Дис. на соиск уч. степ. канд. техн. наук / Науч.руков. А.Н. Дорохович. – К.: КТИПП. 1985. – 266 с.

УДК 167..664.64.016 (045)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Пересічний М.І., д-р техн. наук, професор, Пересічна С.М., канд. техн. наук, доцент,
Пахомська О.В., аспірант
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

У статті розглянуті питання дослідження якості хлібобулочних виробів за рахунок використання хмельової закваски, пророслого зерна пшениці, гарбузового пюре, шроту розторопші та концентрату квасного суслу.

The article considers the question research quality of bakery products due to the usage of hop yeast, sprouted wheat grain, pumpkin puree, milk thistle short and kvass wort concentrate.

Ключові слова: житньо-пшеничний хліб, проросле зерно пшениці, хмельова закваска, дієтичні добавки.

Радикальним методом покращення забезпечення населення необхідними харчовими нутрієнтами є додаткове збагачення ними продуктів масового вжитку, насамперед, хлібобулочних виробів, які традиційно користуються постійним попитом у населення. Саме розширення асортименту хлібобулочних виробів оздоровчого призначення, які характеризуються збільшеним вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, протеїнів, антиоксидантів, є одним із основних завдань «Галузевої програми розвитку хлібопекарської галузі на період до 2015 року», затвердженої Наказом Міністерства аграрної політики України.

У результаті досліджень виявлено п'ять груп факторів, що впливають на якість хліба, а саме виробничі, організаційно-управлінські, маркетингові, нормативно-технічні, торговельні, дотримання яких є обов'язковою умовою для виробництва хліба високої якості (рис. 1) [1].

Хліб є продуктом масового регулярного вживання і займає в середньому 15% у щоденному раціоні українця, тому за допомогою функціональних хлібобулочних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами відповідно до «Загальних принципів додавання есенціальних нутрієнтів до харчових продуктів» Комісії Codex Alimentarius FAO/WHO, можна ефективно коригувати склад добового раціону в цілому. Підвищення харчової цінності хліба, надання йому функціональних властивостей здійснюється шляхом збагачення його натуральними продуктами, що містять значну кількість складових в першу чергу, біологічно активних речовин. Хліб є джерелом вуглеводів, білків, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин. Маючи досить високу калорійність, хліб за хімічним складом недостатньо збалансований щодо життєво важливих компонентів. У хлібних виробках недостатній уміст білків. Співвідношення білків і вуглеводів становить 1:6...1:7 порівняно з оптимальним 1:4. Білки зернових є неповноцінними за амінокислотним складом. Основними переважаючими амінокислотами білків хліба є лізин, метіонін, триптофан.

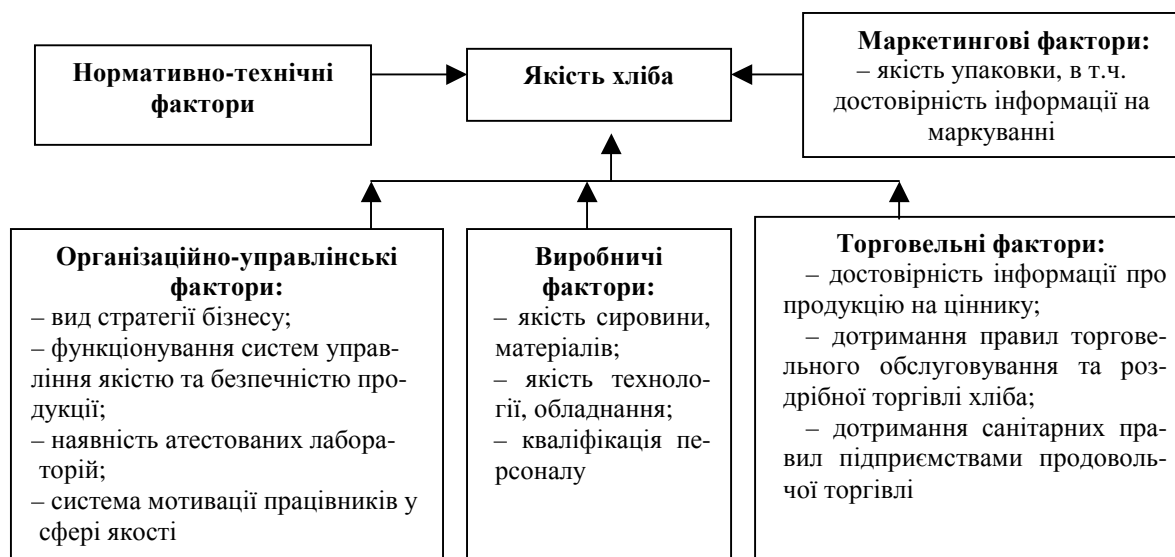


Рис. 1 – Фактори забезпечення якості хліба

Слід нагадати, що хлібобулочні вироби є джерелом вітамінів групи В – тіаміну (B_1), рибофлавіну (B_2), ніацину (PP), але вітамін B_2 міститься в недостатній кількості (0,08-0,11 мг/100г), а у виробках із сортового борошна мало вітаміну B_1 (0,15-0,23 мг/100г). У хлібі недостатня кількість кальцію (21-24 мг/100г), тому співвідношення солей кальцію й фосфору 1:(2,5-5,0) не відповідає оптимальному – 1:(1,5-2,0). Таким чином, необхідним є збільшення вмісту у хлібних виробках найважливіших поживних речовин і ступеню їхньої збалансованості, збагачення їх біологічно активними речовинами [2–5].

Сьогодні широко проводяться дослідження з розробки нових сортів хлібобулочних виробів, які містять фізіологічно активні інгредієнти (рис. 2).

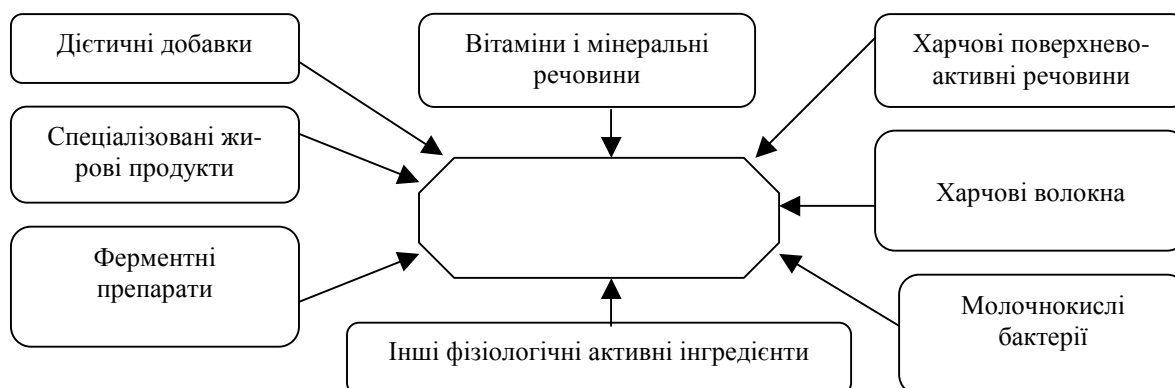


Рис. 2 – Фізіологічно активні інгредієнти, які використовуються у розробці хлібобулочних виробів функціонального призначення

Результати досліджень асортиментного складу хлібобулочних виробів показали, що населення отримує з вказаними видами продуктів харчування не більше 15-20% необхідної кількості харчових волокон, а виробництво дієтичних видів хліба складає не менше 1% при оптимальній добовій нормі харчових волокон для дорослої людини 25-30г. Це визначає доцільність розроблення хлібобулочних виробів функціонального призначення.

Введення в хлібобулочні вироби фізіологічно функціональних інгредієнтів не тільки розширить якість та асортимент, але й дозволить розробити сорти, направлені на підтримання і покращення стану здоров'я різних груп населення.

Для підвищення харчової цінності хлібних виробів, надання їм функціональних властивостей актуальним є застосування дієтичних добавок.

Метою наукової роботи є дослідження якості бездріжджового хліба на основі пророслого зерна пшениці з використанням хмельової закваски та дієтичних добавок.

Об'єкт дослідження – технологія бездріжджового хліба житньо-пшеничного з пророслого зерна пшениці на хмельовій заквасці з дієтичними добавками.

Предмет дослідження – пророслі зерна пшениці, хмельова закваска, гарбузове пюре дієтичні добавки: шрот розторопші плямистої, концентрат квасного суслу; хліб житньо-пшеничний «Сімейний», «Селянський», «Слов'янський».

Із метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів використовували пророслі зерна пшениці, хмельову закваску, гарбузове пюре, шрот розторопші плямистої, концентрат квасного суслу. Дані дієтичні добавки мають високу фізіологічну активність та містять біологічно активні речовини: харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни групи В та вітамін Е.

Початковий етап досліджень передбачав обґрунтування раціональних концентрацій дієтичних добавок, який базувався на результатах органолептичних та фізико-хімічних показників якості житньо-пшеничний хліба, а також забезпечення добової потреби організму людини біологічно активними речовинами. При розробленні технологій житньо-пшеничного хліба кількість введення дієтичних добавок становила: пророслого зерна пшениці 10%, 20%, 30%, шроту розторопші плямистої (1 – 9) %, гарбузового пюре 10%, 30%, 50% від маси борошна, концентрату квасного суслу 1% від маси цукру та хмельової закваски – 100% від маси дріжджів. Приготування хліба здійснювали традиційним опарним способом, дієтичні добавки вводили на стадії замішування тіста. У якості контрольного зразка використовували хліб житньо-пшеничний [6].

У результаті проведення дегустацій та органолептичної оцінки якості хліба житньо-пшеничного встановлено, що раціональна кількість дієтичних добавок становить: пророслого зерна пшениці 30%, шроту розторопші плямистої – 9%, гарбузового пюре 50% від маси борошна, концентрату квасного суслу 1% від маси цукру та хмельової закваски – 100% від маси дріжджів. Органолептичну оцінку модельних харчових композицій бездріжджового хліба на основі пророслого зерна пшениці з використанням хмельової закваски та дієтичних добавок проводили за п'ятибальною шкалою. У результаті органолептичної оцінки бездріжджового хліба на основі пророслого зерна пшениці з використанням хмельової закваски та дієтичних добавок встановлено, що додавання (10 – 20)% пророслого зерна пшениці від маси борошна не впливає на органолептичні показники виробів (табл. 1). Проросле зерно пшениці у кількості (35–40)% надає виробам надмірно вираженого смаку та запаху, надто щільну консистенцію, знижуючи органолептичну оцінку. Отже, на підставі одержаних даних можна зробити висновок, що найбільш високі органолептичні показники має виріб, виготовлений із додаванням пророслого зерна пшениці у кількості 30% від маси борошна.

Таблиця 1 – Органолептична оцінка модельних харчових композицій бездріжджового хліба на основі пророслого зерна пшениці з використанням хмельової закваски та дієтичних добавок, бали

Кількість пророслого зерна пшениці, %	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Смак	Пористість	Загальна оцінка
0 (контроль)	4,79±0,10	4,82 ±0,10	4,74±0,10	4,65±0,10	4,46±0,10	4,45 ±0,10	4,65±0,10
10	4,80±0,10	4,83±0,10	4,74±0,10	4,66±0,10	4,46±0,10	4,46±0,10	4,66±0,10
20	4,81±0,10	4,82±0,10	4,75±0,10	4,65±0,10	4,45±0,10	4,46±0,10	4,66±0,10
30	4,86±0,10	4,94±0,10	4,89±0,10	4,75±0,10	4,63±0,10	4,73±0,10	4,80±0,10
35	4,76±0,10	4,80±0,10	4,72±0,10	4,60±0,10	4,44±0,10	4,43±0,10	4,62±0,10
40	4,75±0,10	4,76±0,10	4,70±0,10	4,58±0,10	4,40±0,10	4,41±0,10	4,60±0,10

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості дослідних зразків наведені у табл. 2. Подальше підвищення концентрації дієтичних добавок призводить до зниження якості, а саме: зменшення об'єму житньо-пшеничного хліба, погіршення структури м'якушки та втраті її еластичності, що є характерним для виробів із такими добавками. Смак та запах виробів із рекомендованою кількістю добавок набувають приємних відтінків добавки, а подальше збільшення дозування дієтичних добавок надає виробам надмірно вираженого їх смаку та запаху.

Таблиця 2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба житньо-пшеничний з пророслим зерном пшениці

Найменування показника	Хліб житньо-пшеничний (контроль)	Хліб житньо-пшеничний «Сімейний» (дослід)	Хліб житньо-пшеничний «Селянський» (дослід)	Хліб житньо-пшеничний «Слов'янський» (дослід)
Органолептичні показники				
Поверхня	Гладка без забруднення, великих тріщин та підривів	Шорсткувата, без забруднення, без великих тріщин та підривів, видно подрібнені м'які зерна пшениці		
Стан м'якушки:	Пропечена, еластична, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу і ущільнення м'якушки	Пропечена, ущільнена, м'яка без слідів непромісу, на розрізі видно подрібнені м'які зерна пшениці		
Колір скоринки	Світло-коричневий	Коричневий, без підгорілості та забруднень		
Смак та запах	Властивий даному найменуванню хліба, без стороннього присмаку і запаху	Приємний без стороннього присмаку та запаху, властивий даному виду хліба і використаної сировини та добавки		
Фізико-хімічні показники				
Кислотність, град	7,0	3,0	3,0	3,0
Вологість, %	45,0	44,0	42,0	43,0
Пористість, %	50,0	72,0	70,0	71,0

При дослідженні фізико-хімічних показників якості хліба житньо-пшеничного з дієтичними добавками визначали такі основні їхні характеристики, як кислотність, вологість та пористість. Із представлених результатів (табл. 1) видно, що показники знаходяться в межах норми, подальше підвищення вмісту харчових добавок значно зменшує значення даних показників, що є характерним для виробів, збагачених харчовими волокнами, оскільки заміна частини пшеничного борошна біологічно активними добавками зменшує відсоток білків, які беруть участь у створенні клейковинного каркасу тіста, що призводить до зниження еластичності м'якушки та погіршення її стану.

Важливим є те, що у хлібі житньо-пшеничному з пророслим зерном пшениці і дієтичними добавками значно підвищується відсоток покриття добової потреби людини у харчових волокнах за рахунок вживання дослідних зразків хліба – білків до 34,8 %, жирів до 156%, харчових волокон – до 6,4%, кальцію – до 32,5%, фосфору до 108,1%, калію – до 41,5%, заліза до 53,9 %, магнію – до 157,7%, натрію – до 3,5%; вітамінів групи В: В₁ – до 115,4%, В₂ – до 122,2%, Е – до 841,4%.

Резюмуючи вищесказане, можна констатувати, що бездріжджові хлібобулочні вироби з пророслого зерна пшениці на хмельовій заквасці з дієтичними добавками є перспективним напрямом, що дозволяє розширити асортимент хлібобулочних виробів функціонального призначення та сприяє реалізації сучасної концепції здорового харчування людини.

На розроблені види хліба отримано патенти: на корисну модель № 67128 хліб житньо-пшеничний із пророслим зерном пшениці «Селянський»; на корисну модель № 67125 хліб житньо-пшеничний із пророслим зерном пшениці «Сімейний»; на корисну модель № 67127 хліб житньо-пшеничний із пророслим зерном пшениці «Слов'янський», затверджено нормативно-технічну документацію та отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-06/88310 від 02.09.2011р.

Література

1. Новойтенко Н.І. Фактори забезпечення якості хліба та хлібобулочних виробів // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України № 9 від 2010р.
2. Дробот, В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В.И. Дробот. – К.: Урожай. – 1988. – 150 с.
3. Арсеньєва, Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами: автореф. дис. д-ра техн. наук / Л.Ю. Арсеньєва. – К., 2006. – 42 с.
4. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. А. Кочеткова и [др.]. – М.: Пищ. пром-сть. – 1999. – 7-9 с.

5. Матвеева, И.В. Биохимические основы приготовления хлеба / И.В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М. : ДеЛи принт. – 2001. – 148 с.
6. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия. Сост. П.С. Ершов.-СПб.: «ПРОФИ-ИНФОРМ» – 2005. – 36 с.

УДК 664.723

ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА, МУКИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА

**Штейнберг Т. С., канд. техн. наук, Сорочинский В. Ф., доктор техн. наук,
Мелешкина Е.П., доктор техн. наук
Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт
зерна и продуктов его переработки Российской академии сельскохозяйственных наук
(ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии), г. Москва**

Приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию различных режимов сушки на изменение фотометрических характеристик зерна пшеницы, продуктов его размола, качества муки и хлеба. Установлено, что при сушке зерна можно улучшить качество муки по показателю белизны, увеличить ее выход, а также улучшить хлебопекарные свойства зерна.

Results of experimental researches on influence of various modes of drying on change of photometric characteristics of grain of wheat, products of grinding, quality of a flour and bread are resulted. It is established, that at grain drying it is possible to improve quality of a flour on a whiteness indicator, to increase its exit, and also to improve baking properties of grain.

Ключевые слова: фотометрические характеристики, белизна, сушка зерна, пшеница, качество муки и хлеба.

Природно-климатические условия большинства зернопроизводящих районов Российской Федерации определяют первостепенную роль сушки зерна в обеспечении сохранности и безопасности собранного урожая. Ежегодно 50...75 % валового сбора зерновых и зернобобовых культур, маслосемян и кукурузы подвергаются сушке. Своевременно и правильно проведенная сушка не только повышает стойкость зерна при хранении, но и улучшает его санитарно-гигиенические, продовольственные и семенные показатели. При соблюдении рекомендованных режимов сушки происходит выравнивание зерновой массы по влажности и степени зрелости, улучшаются цвет, внешний вид и технологические достоинства [1].

В настоящей статье приведены результаты изучения влияния процесса сушки на фотометрические характеристики зерна, продуктов его размола и показатели качества хлеба. Исследования проведены на зерне пшеницы I и IV типов. Сушку зерна пшеницы различной начальной влажности проводили на стендовой установке ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии при различной температуре сушильного агента.

Проведено 3 серии опытов – в 1-ой и 2-ой сериях использованы пробы зерна пшеницы I типа, в 3-ей серии – IV типа. В первой и второй серии опытов зерно пшеницы с начальной влажностью соответственно 18,3 % и 22,5 % высушивали при температуре сушильного агента от 46 до 82 °С со средней дискретностью изменения температуры 12 °С, при этом максимальная температура нагрева зерна составляла 38...70 °С. В третьей серии опытов использовали четыре пробы зерна пшеницы с начальной влажностью 13,6, 16,2, 19,4 и 22,3 % . Температура сушильного агента составляла 83,0 – 88,0 °С, при этом температура нагрева зерна в процессе сушки достигала 67 – 80 °С. Скорость сушильного агента во всех опытах составляла 0,5 – 0,6 м/с.

В процессе сушки зерна периодически контролировали температуру нагрева зерна, температуру сушильного агента, влажность зерна.

Анализ показателей качества зерна I типа после сушки по массовой доле сырой клейковины, ее качеству, числу падения показал, что даже длительный нагрев зерна при невысоких температурах сушильного агента и отсутствии его перегрева не оказывал существенного влияния на указанные показатели хлебопекарных свойств зерна. Однако, кратковременный нагрев зерна до 70 °С повлиял на показатель массовой доли клейковины, который снизился по сравнению с контрольной пробой с 21,1 % до 19,1 %.

По результатам третьей серии по сушке зерна пшеницы IV типа с начальной влажностью от 13,6 % до 22,3 % установлено, что сушка зерна вызвала изменение качества зерна, особенно с влажностью све-

ше 19 %, при його перегреве до 67 – 80 °С. Количество сырой клейковины уменьшилось на 4,5 % и 6 % (с 28,0 % до 23,5 % и 21,9 %), качество клейковины изменилось с 75,0 до 47,0 и 27,0 ед. ИДК соответственно для проб с исходной влажностью 19,4 % и 22,3 %, что согласуется с литературными данными [2].

Для изучения влияния сушки зерна при разных температурах сушильного агента и его нагрева на фотометрические характеристики продуктов размола зерна проведены лабораторные помолы всех проб просушенного зерна. Определены белизна и выходы муки с систем размола. Сформированы пробы муки с общим выходом 75 % для первой и второй серии опытов (I тип зерна) и с общим выходом 70 % для третьей серии (IV тип).

Анализ полученных данных показал, что белизна муки со всех систем, полученных при размоле зерна I типа, подвергнутого сушке практически во всех случаях проведенных экспериментальных исследований, выше белизны муки с систем, полученных при размоле контрольного зерна. При этом по мере увеличения температуры сушильного агента и нагрева зерна наблюдается заметная тенденция улучшения белизны муки на отдельных системах (2 р.с., 3 р.с. III др.с.) от 7,0 усл. ед. РЗ-БПЛ до 18,3 усл. ед. Белизна же проб муки с 1 р.с., полученных при размоле всех проб зерна, подвергнутого сушке, практически одинакова с белизной муки с 1 р.с. при размоле контрольного зерна.

Во всех сериях опытов процесс сушки зерна вызвал увеличение общего выхода муки от 0,2 до 2,3 % по сравнению с общим выходом муки, полученным при размоле контрольных проб (за исключением одной пробы первой серии опытов, сушка которой осуществлялась при наименьших значениях температуры нагрева зерна и сушильного агента).

Наблюдаемое улучшение белизны муки с систем и повышение выхода объясняется следующим – процесс сушки влажного и сырого зерна можно рассматривать на начальных стадиях сушки как процесс его термовлажностной обработки, который моделирует процесс кондиционирования. Под воздействием тепла на влажное зерно происходит повышение эластичности и прочности его поверхностных оболочек и снижение прочности эндосперма, что приводит к повышению выхода муки с размольных систем, а, следовательно, и общего выхода.

Необходимо отметить, что в третьей серии опытов при температуре сушильного агента 83 °С – 88 °С и перегреве зерна белизна муки с отдельных систем (2 р. и 3 р.) ниже (на 1,0-9,0 усл. ед.) белизны муки с этих систем контрольной пробы.

По результатам лабораторных помолов зерна I типа с различной исходной влажностью (18,3 % и 22,5 %), подвергнутого сушке, построены кумулятивные кривые зависимости белизны муки (Б) от выхода (В) соответственно для каждой серии эксперимента.

Для примера на рисунке 1 приведены кумулятивные кривые зависимости белизны муки, полученной при лабораторных помолках исходного зерна пшеницы и зерна с исходной влажностью 22,5 %, подвергнутого различным режимам сушки, от выхода.

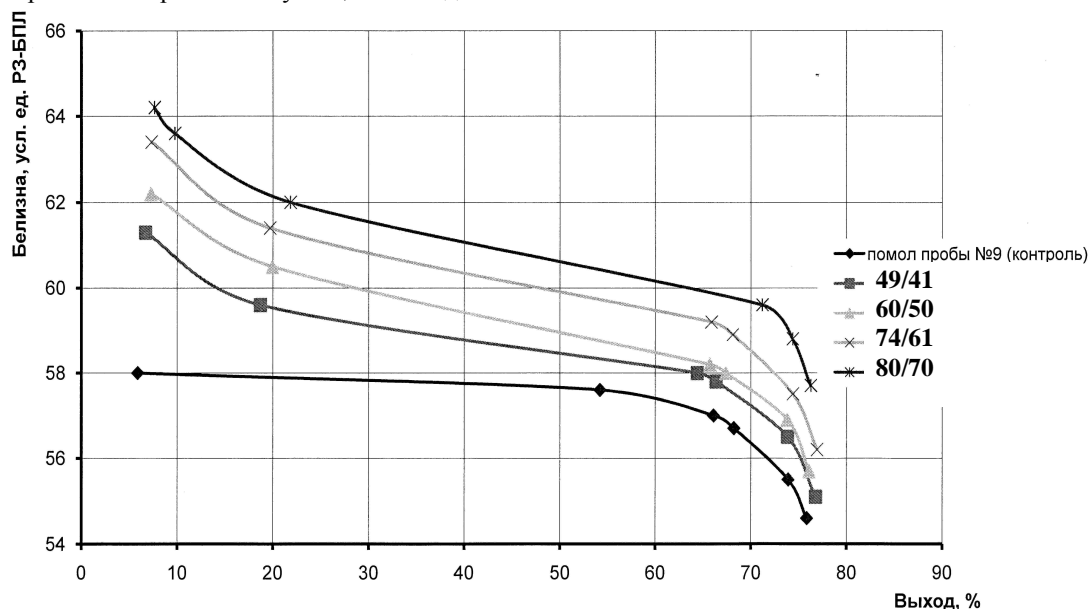


Рис. 1 – Кумулятивные кривые зависимости белизны муки от выхода

Примечание к рис. 1: В обозначении кривых – в числителе указана температура сушильного агента (t, °С), в знаменателе – температура нагрева зерна (θ, °С).

Из рис.1 видно, что средневзвешенная белизна муки, полученной при помолах зерна, подвергнутого сушке, при любых выходах выше белизны муки, полученной при помоле пробы контрольного зерна.

В таблице 1 приведены сравнительные данные качества сортов муки с общим выходом 75 %, сформированных из потоков муки с систем, полученных при лабораторных помолах зерна I типа (выборочно при различных температурах сушильного агента и нагрева зерна).

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что все сформированные сорта муки по белизны соответствуют высшему сорту (ГОСТ Р 52189-2003). Содержание фракции крупностью 25/61 (проход сита № 25/сход с сита № 61) в муке, сформированной из потоков муки с систем, полученных при размоле исходного (контрольного) зерна, и зерна, подвергнутого сушке, практически одинаково – 25 – 30 %, т.е. равно установленному базису на высший сорт или на 5 % выше его (ГОСТ 26361-84).

Таблица 1 – Показатели качества сформированных сортов муки с общим выходом 75 %

№№ п/п	Влажность зерна до сушки, %	Исследуемая проба	Белизна, усл. ед. РЗ-БПЛ	Содержание фракции 25/61, %	Массовая доля клейковины в муке, %	Качество клейковины в муке, ед. ИДК	Группа качества клейковины в муке	Число падения, с
1	18,3	46/38	54,0	31,8/30,0	26,84	68	I	379
2	18,3	80/68	56,0	28,7/30,0	24,80	36	II уд. кр.	395
3	22,5	49/41	55,0	25,6/25,0	25,76	56	I	377
4	22,5	82/70	57,0	25,9/25,0	24,52	29	III неуд. кр.	397
5	12,5	9 (контроль)	54,0	31,6/30,0	25,52	68	I	403

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t , °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ , °С.

Таким образом, белизна сортов муки, сформированных из потоков муки с систем, полученных при размолу зерна, подвергнутого сушке на 2-3 усл. ед. светлее муки, полученной при размолу исходного сухого зерна. Повышение эластичности и прочности оболочек влажного зерна в процессе сушки, обусловило их меньшую дробимость и уменьшение количества попадающих в муку измельченных оболочек. Это и объясняет улучшение белизны муки с размольных систем и сформированных сортов муки.

Пониженные тепловые режимы при сушке зерна при температуре сушильного агента ниже 50 °С и температуре нагрева зерна 38 – 41 °С способствовали (таблица 1) незначительному увеличению количества клейковины в муке по сравнению с количеством клейковины в контрольной пробе муки. При температуре нагрева зерна, превышающей 60 °С (68 °С и 70 °С), количество клейковины уменьшилось, при существенном укреплении, что негативно отразилось на ее качестве, что выражается в падении способности муки к набуханию. Это не противоречит исследованиям, ранее проведенным во ВНИИЗе [2,3].

Из литературных данных следует также [2,3], что активность ферментов возрастает с повышением температуры нагрева зерна. Оптимальной является температура нагрева зерна 40 – 50 °С. При дальнейшем повышении температуры нагрева зерна активность ферментов начинает падать. Высокое число падения – 403 с, которым характеризуется мука, полученная из исходного зерна, свидетельствует о низкой амилолитической активности. Уменьшение числа падения муки на 24 – 26 с в пробах, полученной из зерна, температура нагрева которого при сушке достигла 38 – 41 °С подтверждает положительное влияние оптимальной температуры нагрева зерна на активность ферментов.

В таблице 2 приведены результаты оценки качества хлеба, выпеченного по ГОСТ 27669-88 из муки, полученной при размолу зерна, подвергнутого сушке при разных режимах. В целом хлеб характеризовался хорошими показателями объемного выхода свыше 417 см³/100 г муки при норме не менее 400 см³/100 г муки, формоустойчивости (0,46-0,56 – при норме не менее 0,35). Хлеб также имел и высокий показатель пористости 74 – 83 %.

Известно, что при мягких режимах сушки можно не только полностью сохранить, но и добиться значительного улучшения хлебопекарных свойств пшеницы. Подтверждением этому являются данные оценки качества хлеба для проб муки, полученных из зерна с влажностью 18,3 % и 22,5 %, подвергнутого сушке при температуре нагрева зерна 38 – 41 °С. Качество хлеба, выпеченного из этих проб, лучше, по

объемному выходу, формоустойчивости, пористости, внешнему виду хлеба и по органолептической оценке его мякиша, чем качество хлеба, выпеченного из муки, полученной из сухого зерна, не подвергавшегося сушке (табл.2). Например, объемный выход хлеба этих проб выше объемного выхода хлеба из контрольной муки на 60 и 108 см³/100 г муки соответственно.

Таблица 2 – Показатели качества хлеба из муки, полученной при размоле зерна, подвергнутого сушке при разных режимах

№ № п/п	Иссле- дуемая проба	Объемный выход, см ³		Формо- устойчи- вость Н/Д	По- рис- тость, %	Органолептическая оценка, балл		Сум- марный балл	Оценка мя- киша хлеба, % коэф. отр.
		Ф	П			внешний вид хлеба	мякиш		
1	контроль	427	468	0,52	79	4	5	9	46,6
2	46/38	487	468	0,46	82	4	5	9	46,8
3	80/68	422	455	0,56	74	4/5	5	10	48,4
4	49/41	535	535	0,54	83	5	5	10	47,3
5	82/70	417	439	0,56	76	3	5	8	49,0

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t, °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ, °С.

В таблице 2 также приведены результаты инструментальной оценки цвета мякиша хлеба в коэффициентах отражения. Взаимосвязь между инструментально определенным показателем цвета мякиша хлеба и белизной муки (данные по муке представлены в табл.1), полученной из зерна, подвергнутого сушке, тесная (коэффициент корреляции $r = 0,98 \pm 0,04$). Цвет мякиша хлеба улучшается с увеличением белизны муки. Это подтверждается ранее проведенными на большом экспериментальном материале исследованиями, свидетельствующими о том, что белизна мякиша хлеба на 72% зависит от белизны муки

В таблице 3 приведены данные третьей серии опытов, в которой зерно пшеницы IV типа было перегрето до 67 – 80 °С. В ней представлены белизна эндосперма, сортов муки, сформированных до 70 % выхода, а также приведены результаты отражательной способности цельносмолотого зерна, полученного по специальной методике. В этой же таблице представлены результаты оценки хлебопекарных свойств муки по пробной лабораторной выпечке хлеба.

Таблица 3 – Влияние режимов сушки зерна пшеницы IV типа на фотометрические характеристики продуктов ее переработки, качество муки и хлеба при перегреве зерна

Иссле- дуемая проба	Влажность зерна до сушки, %	Характеристика продуктов размолы зерна				Характеристика хлеба			
		Белизна			Общий выход, %	Объемный выход, см ³ /100 г муки	Формоустойчи- вость	Органолептическая оценка	
		цельносмолого- го зерна, % ко- эф. отр.	усл. ед.					внешний вид	мякиш
			эндо- сперм	сформи- рованный сорт					
88/80	13,6	67,4	59,5	55,0	74,7	455	0,56	3	5
84/67	16,2	68,5	62,0	57,0	73,7	534	0,61	3	5
83/68	19,4	68,9	63,0	59,0	74,7	463	0,68	4	4
84/69	22,3	69,1	63,0	60,0	75,1	360	0,60	3	3 (запах, не- свойственный хлебу)
Кон- троль-IV	-	70,0	62,0	57,0	72,7	503	0,59	4/5	5

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t, °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ, °С.

Анализ данных, приведенных в таблице, показал, что все сформированные до 70 % выхода сорта муки по показателю белизна соответствуют высшему сорту. Различия белизны эндосперма зерна и муки

высшего сорта по всем пробам составляют 3,0 – 5,0 усл.ед. Белизна сформированных сортов муки находится в диапазоне от 55,0 до 60,0 усл.ед.

Данные о белизне цельносмолотого зерна, представленные в таблице, говорят об ухудшении белизны на 0,9-1,5% коэффициента отражения, что составляет 3,0 – 5,0 усл. ед. РЗ-БПЛ (1 усл. ед. = 0,3 % коэффициента отражения). Высушивание зерна с 13,6 % до 10,0 %, при температуре нагрева зерна до 80°C и времени просушивания 40 мин., привело к снижению белизны цельносмолотого зерна на 2,6 % коэффициента отражения, т.е. на 8,0 усл. ед. РЗ-БПЛ, что говорит о потемнении зерна при сушке. При визуальной оценке обнаружены также потемневшие и испорченные сушкой зерна.

Появление потемневших и испорченных зерен при перегреве зерна подтверждено результатами измерения цветовых и геометрических характеристик зерна (исходного – контрольного и подвергнутого сушке) на экспериментальном образце аппаратно-программного комплекса - сканирующем анализаторе зерна, разработанного в институте совместно с ООО «НИЦ «Интеллектуальные сканирующие системы». Анализатор зерна предназначен для неразрушающего контроля качества зерна по отдельным показателям, в основе которых лежат оптические свойства. При этом использована специально разработанная методика экспонирования зерна для получения сформированного цифрового изображения без искажения цветопередачи и размеров зерна с определенной установленной ориентацией зерна относительно источника света [4].

Анализ зерна проведен по 15 характеристикам цвета и 5 геометрическим характеристикам. Наиболее значимые различия в цвете контрольного зерна и поврежденного сушкой наблюдаются в красном участке спектра и по показателю «насыщенность». Изменения по этим показателям составили до 17 – 20 %.

Анализ данных таблицы 3 показал, что для проб односортной муки 70% выхода (с белизной 55,0 – 59,0 усл. ед.), сформированной из зерна IV типа, подвергнутого сушке при указанных в таблице температурах, объемный выход хлеба соответствует норме для муки высшего сорта [5]. Исследуемая проба 84/69 муки, полученная при размоле зерна подвергнутого сушке при t сушильного агента 84 °C и θ нагрева зерна 69 °C, несмотря на белизну 60,0 усл.ед. что соответствует высшему сорту, имела объемный выход хлеба значительно худший. Это свидетельствует о том, что перегрев высоковлажного зерна приводит к ухудшению качества хлеба и соответствует вышеприведенным данным, показывающим при указанном режиме сушки значительное уменьшение количества и качества клейковины из-за частичной денатурации белков зерна и разрушения ферментов.

Выводы

Результаты исследования влияния процесса сушки зерна на фотометрические характеристики продуктов его переработки и показатели качества хлеба показали:

1. Даже для сухого зерна при значительном его перегреве, несмотря на некоторое увеличение общего выхода муки, белизна цельносмолотого зерна, эндосперма и сформированного сорта муки уменьшается, уменьшается также объемный выход хлеба, формоустойчивость и внешний вид. При пересушке зерна и его перегреве выявлено появление потемневших и испорченных зерен.

2. Перегрев влажного и сырого зерна приводит к увеличению белизны эндосперма и сформированного сорта муки до 1 – 3 усл.ед. РЗ-БПЛ, а также к увеличению общего выхода муки на 2,4 %, однако, клейковина укрепляется на 28 – 48 ед. ИДК, количество сырой клейковины уменьшается на 2,1 – 6,1 %, снижается объемный выход хлеба, и хлеб приобретает несвойственный запах.

3. Просушенное при мягких температурных режимах влажное и сырое зерно при его нагреве до 38 – 41 °C обеспечивает, по сравнению с сухим зерном не подвергавшимся сушке, увеличение общего выхода муки на 1 % (при формировании сортов с общим выходом 75 %) и белизны на 2 – 3 усл. ед., при полном сохранении количества и качества клейковины. По органолептической оценке хлеб, выпеченный из муки, полученной из такого зерна, имеет внешний вид с оценкой 4 – 5 баллов и наивысшей – 5 баллов при оценке мякиша хлеба.

Литература

1. Сорочинский В.Ф. Роль сушки в обеспечении сохранности качества зерна // Научные основы хранения и переработки зерна в современных условиях. Монография под ред. д.т.н. Л.И.Мачихиной / К 80-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2008. – С.68-71.
2. Теребулина Н.А., Байков В.Г., Нечаев А.П. и др. Зависимость хлебопекарных свойств муки от температуры нагрева зерна пшеницы при сушке в элементарном слое // Сб. научных трудов ВНИИЗ. – 1976. – Вып.84. – С.48-56.
3. Соседов Н.И., Шухнова Н.В. Пути улучшения технологических свойств пшеницы в процессе ее сушки // Сб. научных трудов ВНИИЗ / Теория и техники сушки зерна. – 1970. – Вып.70. – С.36-42.

4. Штейнберг Т.С. (ГНУ ВНИИЗ), Амауни А.Л., Болотов В.И. (ООО «НИЦ ИСС»). О перспективах создания аппаратно-программных средств для контроля качества зерна // Зерно и зернопродукты (КазНИИЗерна, Казахстан). – 2004. – № 3(4). – С.46-51.
5. Мелешкина Е.П. Связь числа падения со свойствами углеводно-амилазного комплекса муки // Хлебопродукты. – 2005. – № 9. – С.28-31.

УДК 664.64:664.665

ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗБІЛКОВОГО ТІСТА

**Луньова О.С., здобувач, наук. співробітник, Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків**

Вивчено структурно-механічні властивості модельних систем безбілкового тіста для спеціального дієтичного безбілкового хліба. Досліджено вплив структуроутворювальної добавки ксантану на пружно-еластичні та пластично-в'язкі властивості безбілкового тіста. Показано позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури тіста.

Structural and mechanical properties of model systems of non-protein dough for special dietary non-protein bread is searched. Influence of the structure-forming addition xanthan on the elastic-plastic and viscous properties of the the non-protein-free dough is researched. Positive influence of this hydrocolloid on forming of dough structure is shown.

Ключові слова: модельні системи безбілкового тіста, дієтичний безбілковий хліб, структуроутворювальної добавка ксантан, пружно-еластичні властивості, пластично-в'язкі властивості.

У технології приготування безбілкового тіста, як і традиційного тіста з пшеничного борошна, необхідно розрізнити стадію утворення (замішування) тіста і стадію його дозрівання. У випадку отримання тіста для традиційного пшеничного хліба борошно змішують з водою і за рахунок взаємодії структурних компонентів борошна з рідкою складовою утворюється тісто. У випадку замішування безбілкового тіста пшеничне борошно відсутнє. Тому потрібно вирішити проблему моделювання хлібопекарських властивостей пшеничного борошна в тістовій системі за умови його відсутності. Ідеться, перш за все, про імітацію структурно-механічних властивостей тіста.

За даними літературного огляду було визначено основні види сировини, які можуть бути використані під час виготовлення безбілкових хлібобулочних виробів та встановлено їхню роль у процесі виготовлення безбілкового тіста та готових виробів із нього (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні види сировини, що можуть бути використані при розробці безбілкових хлібобулочних виробів

№ гр.	Найменування сировини	Роль сировини
1	Різні види нативних крохмалів	Структуроутворювачі
2	Гідроколоїди	Структуроутворювачі
3	Пшеничне та житнє борошно у малих кількостях (до 10 % до маси крохмалів)	Структуроутворювачі, джерела ферментів та живлення дріжджів, смаковий компонент
4	Біологічні та хімічні розпушувачі	Розпушувачі
5	Сахароза, глюкоза, мальтоза	Джерела живлення дріжджів
6	Жири	Пластифікатори
7	Сіль, цукор	Смакові добавки
	Харчові волокна, вітамінні та мінеральні премікси, суміші амінокислот без фенілаланіну	Збагачувальні добавки

За умови сумісного використання наведених рецептурних компонентів виникає вірогідність одержання хлібобулочних виробів з властивостями, наближеними до традиційних хлібобулочних виробів на основі пшеничного борошна. Структура безбілкової тістової системи, що моделюється, визначається, в основному, трьома першими групами сировини (табл. 1).

Проведений огляд літератури показав, що закордонні вчені висувають припущення стосовно можливості імітації клейковини в системах без борошна пшеничного за рахунок створення нескінченної безперервної матриці набряклим гідроколоїдом [1], проте цей механізм повністю не вивчений.

Нами було запропоновано структуроутворювальну систему для безбілкового тіста на основі кукурудзяного крохмалю з додаванням житнього обдирного борошна і ксантану, яка б імітувала хлібопекарські властивості пшеничного борошна. Вибір рецептурних компонентів системи пов'язаний із хімічним складом та технологічними властивостями компонентів, а також доступністю сировини на вітчизняному ринку [2].

Утворення безбілкового тіста на основі нової структуроутворювальної системи полягає в одержанні однорідної тістової маси, яка має задану вологість і певні структурно-механічні властивості, шляхом змішування сухих компонентів з рідкою складовою.

На підставі отриманих відомостей (табл. 1) було розроблено модельну рецептуру для приготування безбілкового тіста, яка була б максимально наближена до рецептури дріжджового тіста. Вона включала частину сухих (крохмаль кукурудзяний, борошно житнє, ксантан, сіль, цукор, сода, дріжджі) та рідких (вода, олія) компонентів. Структура безбілкового тіста визначається складом основних сполук – гідрофільних (крохмаль, біополімери борошна житнього, ксантан), а також наявністю деякої кількості низькомолекулярних гідро- та олеофільних сполук. Полімери системи та вода утворюють основу колоїдної структури тіста, яку доповнюють та пластифікують низькомолекулярні сполуки (цукри, жири).

Отже, безбілкове тісто представляє собою оводнений колоїдний комплекс – складний, гетерогенний, лабільний полідисперсоїд, що володіє певною внутрішньою структурою та своєрідними реологічними властивостями (пружно-еластичними та пластично-в'язкими), які постійно змінюються [3, 4].

Початкові структурно-механічні властивості тіста обумовлені співвідношенням і властивостями основних високо- та низькомолекулярних сполук. У тісті активно протікають різноманітні фізико-хімічні (розчинення, набухання колоїдів) та біохімічні процеси (бродиння), що змінюють його властивості.

У процесі замісу, бродиння та механічної обробки в тісті виникають напруги і деформації. Зовнішнє напруження, деформація в об'ємі та на поверхні тіста виникає, починаючи зі структурування під час замішування та закінчуючи розділенням, випіканням, охолодженням, транспортуванням готових виробів [4].

Залежно від виду деформації, її швидкості та тривалості тісто може виступати ідеально пружним тілом, або в'язким, або поєднувати ці властивості, тобто відноситися до пружно-в'язкої системи.

У тісті поєднуються такі реологічні властивості, як пружність, пластичність, міцність, в'язкість, здатність до релаксації та пружної післядії.

Реологічні властивості тіста залежать від ряду технологічних факторів: температури, вологості, тривалості та інтенсивного механічного впливу при замішуванні, способу приготування, рецептури та ін. Багатьма дослідженнями встановлено, що реологічні властивості саме безбілкового тіста залежать від застосування різноманітних структуроутворювальних добавок. У запропонованій нами безбілковій тістовій системі структуроутворювачем виступає ксантанова камедь. Отже, доцільно вивчити вплив саме цієї добавки на пружно-еластичні та пластично-в'язкі властивості безбілкового тіста. Адже саме здатність ксантану утворювати клейковиноподібну структуру в безбілковому тісті буде визначати здатність тіста утримувати пухирці газу, який виділяється під час протікання процесу бродиння, а також забезпечувати формоутримувальну здатність тістових заготовок та готового хліба.

Традиційно пружно-еластичні властивості тіста визначають за допомогою фаринографа, а також за питомим об'ємом тіста [3, с.140]. Оскільки в запропонованій нами тістовій системі структуроутворювачем є ксантан, то саме додавання цього компоненту може впливати на пружно-еластичні властивості безбілкового тіста. Відомо, що показник питомого об'єму дріжджового пшеничного тіста залежить від його газоутворювальної і газоутримувальної здатностей. Чим кращі ці властивості тіста, тим вищий питомий об'єм.

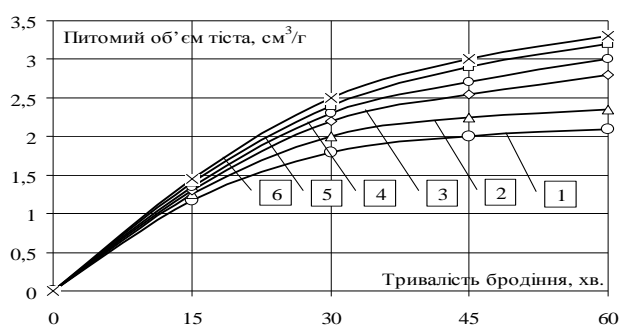


Рис. 1 – Зміна величини питомого об'єму безбілкового тіста з додаванням ксантану в концентраціях, % до маси крохмалю: 1 – 0 % (контроль), 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %

Визначення питомого об'єму проводили за стандартною методикою через кожні 15 хв. Тісто замішували з додаванням однакової кількості дріжджів та ставили на бродиння. Маса тіста складала 50 г. Зразки витримували в термостаті за температури 30...32 °С і відносній вологості 80...85 %. Контролем було тісто без додавання ксантану. Результати проведених досліджень наведені на рис. 1.

З рис. 1 видно, що протягом 60 хв бродиння для всіх досліджених концентрацій питомий об'єм тіста збільшується, що свідчить про протікання процесів газоутворення і газоутримання в безбілковому тісті. Оскільки умови бродиння були однакові, і газоутворення було однаковим, то питомий

об'єм збільшувався за рахунок формування структури за участю ксантану.

Слід зазначити, що бродіння тіста більше 60 хв. не приводило до зміни питомого об'єму.

Із рис. 1 також видно, що із збільшенням концентрації ксантану в тісті підвищується показник питомого об'єму тіста.

Так, додавання ксантану вже в концентрації 0,1 % до маси крохмалю збільшує значення питомого об'єму тіста після 60 хв бродіння на 11 % порівняно із зразком тіста без ксантану. А додавання ксантану в кількості 0,5 % до маси крохмалю збільшує цей показник на 33 % порівняно з контрольним. Виявлення такої тенденції може свідчити про наявність газотримувальних властивостей у безбілковій системі з ксантаном.

Збільшення питомого об'єму також свідчить про покращення еластичних властивостей тіста, що дозволяє тістовим заготовкам збільшуватися і утримувати форму протягом бродіння.

Доцільно було вивчити ці показники на приладах, за допомогою яких визначають реологічні властивості рідких харчових мас. З цією метою найбільш часто використовується еластопластометр.

З метою підтвердження попередніх даних щодо формування еластичних властивостей у безбілковій тістовій системі за рахунок додавання ксантану проводили дослідження структурно-механічних властивостей модельних систем безбілкового тіста за допомогою плоскопаралельного еластопластометра Толстого модернізованого [5].

Під час проведення досліджень модельні системи безбілкового тіста замішували шляхом поєднання сухих (крохмаль, борошно, ксантан, сіль, цукор) та рідких (вода, олія) компонентів за умови виключення розрихлювачів (дріжджів та гідрокарбонату натрію). Кількості ксантану змінювали в межах від 0,1 до 0,5 % до маси крохмалю.

На першому етапі досліджень було вивчено вплив внесеної добавки ксантану на зміну відносної деформації зсуву γ в часі τ під дією прикладеного постійного напруження. Деформацію зсуву визначали за зміщенням голки, закріпленої на верхній пластині гнучким зв'язком із датчиком лінійних переміщень. Перше значення деформації одержали миттєво, тільки-но навантаження почало діяти на поверхню пластини. Після цього з періодичністю 1 хв. знімали значення відносної деформації зсуву протягом 30 хв. (потім зміни деформації не відбувалися).

Під час проведення вимірювань підбирали фіксоване значення навантаження для всіх систем безбілкового тіста (50 г). Дотичне напруження зсуву T складало для всіх зразків 327,0 Па. Крім цього, витримували однакову температуру зразків (18 °C) та висоту зразків (8 мм). Потім, керуючись даними отриманої залежності, розраховували такі характеристики безбілкової тістової системи: піддатливість системи, модуль миттєвої пружності, модуль еластичності, в'язкість пружної післядії. Розраховані значення показників наведені в табл. 2.

Таблиця 3 – Структурно-механічні показники безбілкової тістової системи при різній концентрації ксантану

Показник	Концентрація ксантану, % до маси крохмалю			
	0	0,1	0,3	0,5
Піддатливість системи, $I \cdot 10^{-4} \text{ Па}^{-1}$	2,80	2,34	1,95	1,52
Модуль миттєвої пружності, $G_{\text{пр}} \cdot 10^3 \text{ Па}$	0,64	0,66	0,68	0,71
Модуль еластичності, $G_{\text{ел}} \cdot 10^3 \text{ Па}$	0,91	1,15	1,53	2,92
В'язкість пружної післядії, $\eta \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$	13,20	16,52	22,86	41,53

Зазвичай мірою процесу є не деформація, а піддатливість, тобто деформація, віднесена до постійно діючого напруження. Піддатливість в умовах лінійної поведінки є константою і не залежить від напруження.

З табл. 2 видно, що при додаванні ксантану за умови незмінно діючого дотичного напруження зсуву піддатливість безбілкової системи знижується. Так, для зразка тіста з концентрацією ксантану 0,1 % до маси крохмалю вона складає $2,34 \cdot 10^{-4} \text{ Па}^{-1}$, а для зразка з концентрацією 0,5 % до маси крохмалю – $1,52 \cdot 10^{-4} \text{ Па}^{-1}$. Піддатливість системи безпосередньо пов'язана з відносною деформацією. При додаванні структуроутворювача відносна максимальна деформація безбілкової тістової системи у часі знижується, та, відповідно, знижується піддатливість системи до дії зовнішніх сил (підвищується опірність системи прикладеному зовнішньому напруженню).

Залежність $\gamma(\tau)$ може бути отримана для досить високої швидкості малих деформацій у крохмальних системах, що володіють високою пружністю [4]. Пружність системи обумовлює здатність тіла після деформації повністю відновлювати свою первинну форму. Пружність тіл характеризується модулем пружності $G_{\text{пр}}$. Показник миттєвої пружності визначали одразу після прикладання навантаження. З табл. 2 видно, що модуль миттєвої пружності при додаванні ксантану збільшується. Так, додавання ксантану в концентрації 0,1 % до маси крохмалю призводить до підвищення модуля миттєвої пружності на 3 % у

порівнянні зі зразком без внесення добавки. Збільшення концентрації ксантану до 0,5 % до маси крохмалю призводить до підвищення модуля миттєвої пружності на 11 % порівняно із контролем. Це свідчить про формування пружних властивостей у безбілковому тісті при додаванні ксантану.

Окрім миттєвої пружності, тісто володіє також високою еластичністю у часі. Ці властивості представлені високоеластичною деформацією ($\gamma_{в.ел.}$). Характеризує явище еластичності модуль еластичності $G_{ел.}$, який за даними табл. 2 при внесенні ксантану збільшується. Так, цей показник для безбілкового тіста із внесенням ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю в 3,2 рази більший порівняно із зразком без добавки. Причому значення модуля еластичності на порядок вищі, ніж значення модуля пружності, що свідчить про переважання в тісті еластичних властивостей над пружними.

Властивості високої еластичності тіста грають досить важливу роль у процесах його бродіння, розділення та випікання. Вони сприяють утворенню та збереженню його пористої структури.

Під терміном «пружна післядія» розуміють явище зміни пружної деформації у часі, коли вона чи поступово зростає до якоїсь границі після прикладення навантаження, чи поступово зменшується після його зняття. В'язкість пружної післядії η розраховували як котангенс кута нахилу лінійної ділянки графіка $\gamma = f(\tau)$. З табл. 2 видно, що при збільшенні концентрації ксантану в'язкість пружної післядії безбілкового тіста збільшується. Адаже цей показник зворотно пропорційний зміні деформації зсуву ($\gamma_m - \gamma_0$) у часі. Підвищення концентрації ксантану обумовлює зниження максимальної деформації зсуву γ_m , та, відповідно, знижується різниця між максимальною деформацією γ_m та миттєвою γ_0 . Отже, в'язкість пружної післядії збільшується. Так, порівняно із контрольним зразком тіста без ксантану, додавання структуроутворювача в концентрації 0,5 % до маси крохмалю призводить до підвищення в'язкості пружної післядії втричі.

Але величина пружної деформації в тістових системах зникаюче мала, тому пружно-еластичні властивості цих систем залежать в основному від властивостей еластичності. Еластичність тіста залежить від швидкості деформації та безпосередньо пов'язана із його в'язкістю.

В'язко-пластичні властивості тіста можуть бути визначені за показником граничної напруги зсуву (ГНЗ) за допомогою пенетрометра, за показником в'язкості на віскозиметрі, а також за розпливанням кульки тіста.

Дослідження граничної напруги зсуву були проведені з постійною швидкістю занурення індентора пенетрометра, зусилля рееструвалося залежно від глибини занурення. Використовувався індентор у вигляді конуса (кут із вершиною конуса α складав 30 град.). Результати досліджень наведені на рис. 2.

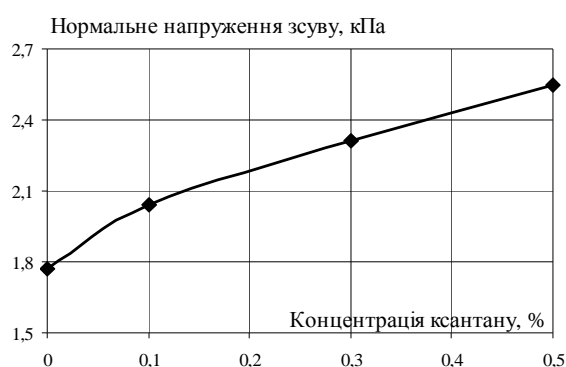


Рис. 2 – Залежність нормального напруження зсуву безбілкового тіста від концентрації ксантану

З рис. 3.2 видно, що при збільшенні концентрації структуроутворювача нормальне напруження зсуву дослідних зразків безбілкового тіста збільшується. Додавання ксантану в концентрації 0,1 % до маси крохмалю призводить до підвищення величини нормального напруження зсуву на 15 % порівняно із контрольним зразком тіста. А введення ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю призводить до збільшення нормального напруження зсуву безбілкової тістової системи уже на 44 % у порівнянні зі зразком тіста без добавки.

Подальше додавання ксантану, певним чином, сприятиме продовженню цієї тенденції.

Оскільки тісто володіє і властивостями пластичності, його структурно-механічні властивості доцільно вимірювати деформаціями зсуву.

Швидкість деформації зсуву зворотно пропорційна коефіцієнту внутрішнього тертя тіста, або його в'язкості.

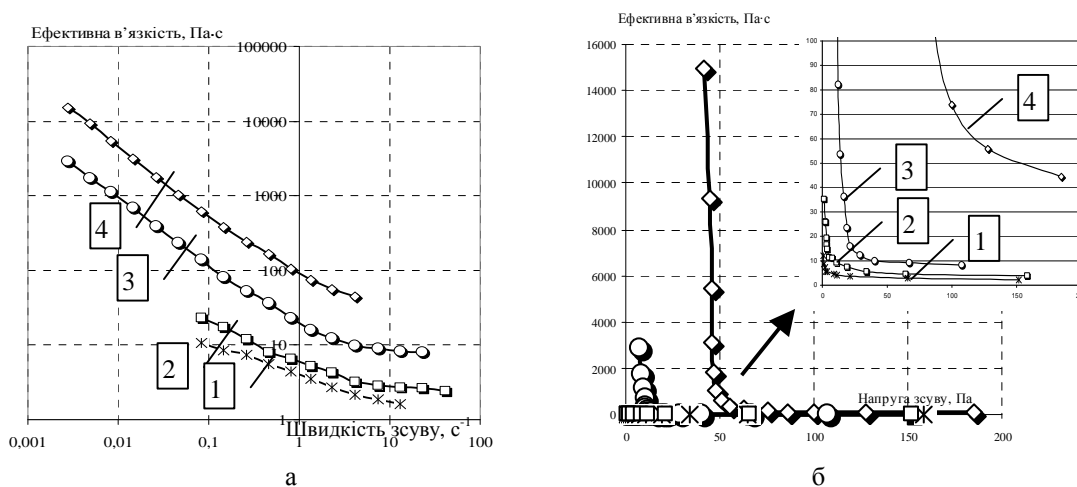
Явище ефективної в'язкості безбілкового тіста пояснюється тим, що в умовах змінних швидкостей деформації дисперсної високомолекулярної системи, такої як тісто, частина зв'язків тістової системи, що руйнуються під час цього процесу, не встигає відновитися. Після деякої витримки деформованої системи зруйновані зв'язки відновлюються та вона набуває в'язкості, наближеної до в'язкості первинної незруйнованої системи.

В'язко-пластичні властивості безбілкового тіста багато в чому залежать від кількості гідроколоїду в системі.

Нами було досліджено характер зміни величини ефективної в'язкості безбілкового тіста при різних швидкостях зсуву залежно від концентрації ксантану (рис.3). Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву або напруження вважають основною характеристикою структурно-механічних властивостей

дисперсних систем, оскільки ефективна в'язкість є узагальнюючою характеристикою, що описує рівноважний стан між процесами відновлення та руйнування структури у встановленому потоці.

Дослідні зразки модельної системи безбілкового тіста готували з використанням добавки в концентраціях 0,1 %...0,5 % до маси кукурудзяного крохмалю. В якості контролю використовували зразок тіста без структуроутворювача.



1 – 0 %; 2 – 0,1 %; 3 – 0,3 %; 4 – 0,5 %

Рис. 3 – Залежність ефективної в'язкості безбілкового тіста від швидкості зсуву (а) та напруги зсуву (б) при концентраціях ксантану, % до маси крохмалю

Вимірювання проводили на ротаційному віскозиметрі з розширеним діапазоном швидкостей обертання ротора у межах $0,001...100 \text{ c}^{-1}$ [5]. Розроблена вимірювальна установка, на відміну від традиційних, дозволяє вивчати залежність ефективної неньютонівської в'язкості харчових продуктів у широкому діапазоні швидкостей зсуву (до 4...6 порядків). При дослідженні системи як неньютонівської рідини в широкому діапазоні швидкостей зсуву можна отримати повні криві течії.

Оскільки вимірювання здійснювали в широкому діапазоні швидкостей зсуву дослідних зразків тіста у декілька порядків величини ефективної в'язкості, то результати отриманих експериментальних значень представляли на графіку у подвійних логарифмічних координатах (рис. 3 а).

Залежності ефективної в'язкості зразків безбілкового тіста від швидкості зсуву (рис. 3 а) на осях у логарифмічних масштабах мають вигляд прямих, що наближаються до сталих значень за великих швидкостей зсуву. Це підтверджує доцільність використання для розрахунку показників ефективної в'язкості за вимірними даними закону Оствальда та моделі Вільямсона.

Виходячи з наведених на рис. 3 (а) даних, можна сказати, що безбілкове тісто поводить себе як неньютонівська рідина. Під час дослідження зразків безбілкового тіста на малих швидкостях зсуву ($\dot{\gamma} < 1 \text{ c}^{-1}$), зразок проявляє в'язко-пластичні властивості, що відповідають Оствальдовській залежності, тобто тісто має початкову в'язкість η_0 , яка поступово змінюється при збільшенні швидкості зсуву. У підвищенні швидкості зсуву відбувається поступове руйнування структури і досягається постійна кінцева в'язкість η_∞ неньютонівської рідини. Адже відомо, що ефективна в'язкість неньютонівських рідин складається з двох компонентів: по-перше, з неньютонівської в'язкості η_∞ , яка заснована на внутрішньому терті рідини та представляє константу матеріалу, по-друге, зі структурного опору ($\eta_{\text{ef}}-\eta_\infty$), який залежить від структурного стану дисперсних систем і є функцією швидкості зсуву $\dot{\gamma}$ [5].

У рис. 3 (а) видно, що за швидкості зсуву $0,0028 \text{ c}^{-1}$ найбільше значення ефективної в'язкості спостерігається у зразка безбілкового тіста з додаванням ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю ($1,5 \cdot 10^4 \text{ Па}\cdot\text{с}$). За тієї ж швидкості зсуву зразок тіста з додаванням ксантану в концентрації 0,3 % до маси крохмалю має меншу в'язкість та досягає значення $0,28 \cdot 10^4 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Крім того, з рис. 3.3 (а) видно, що практично паралельне зміщення кривих залежностей ефективної в'язкості від швидкості зсуву для зразків безбілкового тіста зі внесенням ксантану у концентраціях 0,5 % та 0,3 % свідчить про наявність майже постійного коефіцієнта між цими залежностями, який складає приблизно $4,7 \pm 0,2$. Це вказує на однакові механізми структуроутворення у цих зразках тіста.

Визначення ефективної в'язкості зразка безбілкового тіста з ксантаном у концентрації 0,1 % до маси крохмалю стає можливим за швидкості зсуву $0,0826 \text{ c}^{-1}$ і показник набуває значення 23 Па·с, що порівняно із контрольним зразком тіста менше майже в 2 рази (10,8 Па·с). Проте збільшення концентрації ксан-

тану до 0,3 % до маси крохмалю призводить до значного підвищення ефективної в'язкості безбілкового тіста за цієї ж швидкості зсуву та її значення досягає 138 Па·с, а для зразка тіста з концентрацією ксантану 0,5 % до маси крохмалю – 613 Па·с. Отже, в умовах однакової швидкості зсуву внесення ксантану суттєво зміцнює безбілкову систему і ефективна в'язкість тіста суттєво збільшується.

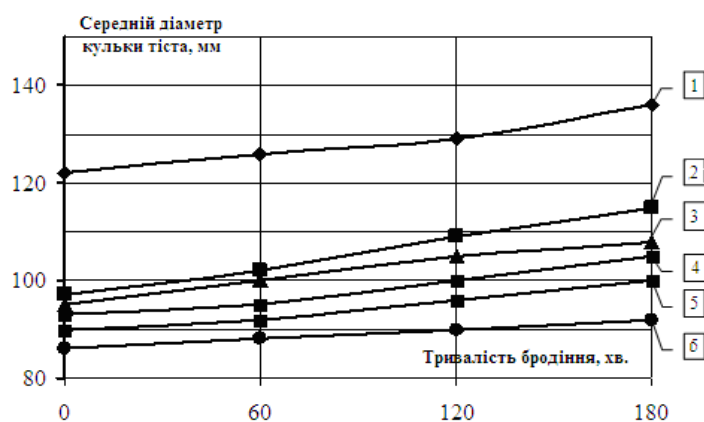
Безбілкове тісто з ксантаном проявляє властивості неньютонівських рідин, отже, воно може відноситися до висококонцентрованих дисперсних систем з коагуляційною структурою [200]. У таких структурах взаємодія між елементами (крохмальні зерна, часточки борошна та ін.) відбувається через тонкий шар дисперсійного середовища (набряклого ксантану) та обумовлена силами Ван-дер-Ваальса. Згідно попередніх уявлень, ксантан виступає в тісті гідролоїдом, який обволікає зерна крохмалю та утворює стійку структуру, схожу на клейковинну структуру тіста. Оскільки ксантан володіє сильною вологозв'язувальною та вологоутримувальною здатністю, його внесення в безбілкову тістову систему впливає на зменшення кількості вільної вологи в безбілковому тісті, що може бути причиною зростання в'язкості тіста.

Відомо, що структура пшеничного хлібного тіста при малому градієнті швидкості ($0,003 \text{ c}^{-1}$) має в'язкість порядку 10^4 Па·с [4]. Видно, що наближену до традиційного пшеничного тіста в'язкість має зразок із внесенням ксантану саме в концентрації 0,3 % до маси крохмалю.

Крім того, дослідження залежності ефективної в'язкості від напруги зсуву згідно з рис. 3.3 (б) дає змогу сказати, що при незначному навантаженні близько 10 Па в контрольному зразку тіста без ксантану спостерігається різке падіння в'язкості. Подальше збільшення напруги зсуву призводить до незначного зменшення в'язкості, яка досягає сталого мінімального значення практично зруйнованої структури. При внесенні ксантану в концентрації 0,1 % до маси крохмалю руйнування структури відбувається при навантаженні близько 15 Па. Подальше додавання ксантану кращого структурування системи та для руйнування тіста з додаванням ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю необхідно прикласти навантаження більше 150 Па.

Отже, на підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що додавання ксантану в безбілкову тістову систему суттєво впливає на зміну показника ефективної в'язкості системи та яскраво демонструє структурувальні властивості в безбілковому тісті.

Для характеристики в'язко-пластичних властивостей тіста досліджували також розпливання кульки безбілкового тіста за традиційною методикою. Дослід проводили протягом 180 хв. Результати досліджень наведені на рис. 4.



1 – 0 %; 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %

Рис. 4 – Залежність розпливання кульки тіста при концентрації ксантану, % до маси крохмалю

Як видно з рис. 3.4, при збільшенні концентрацій ксантану розпливання кульок безбілкового тіста зменшується. Внесення ксантану в концентрації 0,1 % до маси крохмалю призводить через 180 хв бродіння до зменшення діаметра кульки тіста на 13 % у порівнянні зі зразком тіста без добавки. Подальше додавання добавки викликає зменшення розпливання кульки тіста. Так, додавання ксантану в концентрації 0,5% до маси крохмалю призводить до зменшення діаметра кульки тіста на 32 % у порівнянні із контрольним зразком через 180 хв. бродіння.

Це свідчить про те, що ксантан яскраво виявляє структурувальні властивості у безбілковому тісті, тому розпливання зразків тіста з добавкою знижується.

На підставі проведених досліджень можна сказати, що безбілкове тісто володіє пружно-еластичними і пластично-в'язкими властивостями. Багато в чому ці властивості зумовлюють адгезію тіста, яка відіграє важливу роль при його розділенні. Тому вважали за потрібне вивчити адгезійні властивості безбілкового тіста.

Література

1. Pat. US 2009/0098270 Al United States, A 21 D 10/04. System for gluten replacement in food products / Jodi A. Engleson, Minneapolis (US), Carrie A. Lendon, Minneapolis (US), Janiece Hope, Minneapolis (US),

- Jeffrey L. Casper, Minneapolis (US) ; assignee Cargill, Incorporated, Wayzata, MN (US). – № 12/228,544 ; filed 13.08.2008 ; pub.date 16.04.2009.
2. Рецептуры и технологические инструкции по приготовлению диетических сортов хлебобулочных изделий и характеристика их пищевой ценности. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – С. 28-30.
 3. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв : Навчальний посібник / В.І. Дробот [та ін.]. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
 4. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста. – М.: Пищ. пром.-ть, 1976. – 245 с.
 5. Горальчук А. Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Грінченко, М. І. Погожих та ін. / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Харків, 2006. – 63с.

УДК 664.653.4

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ ТА ПІДВИЩЕНОГО ВМІСТУ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У СЕРЕДОВИЩІ БРОДІННЯ НА ПЕРЕБІГ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ

Арсеньєва Л.Ю., д-р техн. наук, професор, Ященко В.С., аспірант, Калініченко А.О., магістр,
Конончук В.М., бакалавр
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Досліджено перебіг біохімічних процесів у тісті, що дозрівало у камері бродильно-формуального агрегату в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння. Встановлено, що під впливом тиску зменшується накопичення цукрів у тісті, уповільнюється їхнє зброджування дріжджами, знижується активність амілолітичних ферментів. Однак підвищується активність протеолітичних ферментів та спостерігається інтенсифікація процесу пептизації високомолекулярних білків.

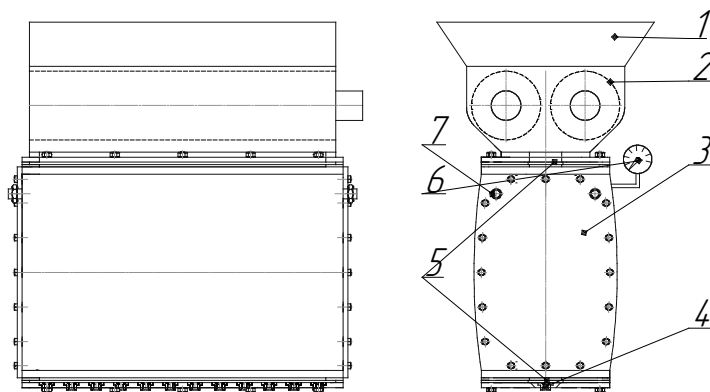
It was investigated the course of biochemical processes in the dough which was ripening in the vessel of the fermenting-forming aggregate at higher pressure and higher carbon dioxide content in the medium of ripening. It was determined that under the influence of pressure the accumulation of sugars in dough decreases, their fermentation by yeast slows down, the activity of amylases reduces. However, the activity of proteinase increases and the intensification of the process of high-molecular proteins peptization is observed.

Ключові слова: бродильно-формуальний агрегат, екструдер, біохімічні процеси, сухарні вироби, холодна екструзія, підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі бродіння.

Традиційна апаратурно-технологічна схема виробництва сухарних виробів містить обладнання для бродіння опари та тіста, формування та вистоювання сухарних плит. Така технологія потребує вдосконалення з метою зменшення виробничих площ, енерго- та матеріалоємності виробництва, скорочення ручної праці та тривалості технологічного процесу. Для розв'язання цього завдання в Національному університеті харчових технологій на кафедрі «Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв» створено бродильно-формуальний агрегат (екструдер), в якому поєднано процеси дозрівання, вистоювання та формування [1]. Загальний вигляд бродильно-формуального агрегату наведено на рис.1.

За новою технологією тісто дозріває в герметично закритій камері бродильно-формуального агрегату в умовах підвищеного тиску 0,2 МПа, що створюється компресором, та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння. Далі без операції вистоювання відбувається формування тістових джгутів одразу на під печі методом холодної екструзії за допомогою формувальних матриць [2]. На виході з бродильно-формуального агрегату спостерігається розпушення тістових заготовок за рахунок перепаду тиску.

Метою розробки є удосконалення технології сухарних виробів за допомогою впровадження бродильно-формуального агрегату. Для цього необхідно дослідити вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на перебіг основних процесів у тісті, зокрема, на перебіг біохімічних процесів.



1 – завантажувальний патрубок; 2 – нагнітальні валки; 3 – бродильна ємність, 4 – формувальна матриця, 5 – шибери, 6 – манометр, 7 – патрубок подавання стисненого повітря

Рис. 1 – Загальний вигляд бродильно-формуального агрегата

Тісто готували прискореним способом з масовою часткою вологи 42...43 % з пшеничного борошна, дріжджів, солі та води.

Перебіг біохімічних процесів у тісті характеризували за динамікою цукрів, накопиченням водорозчинного азоту та вільних амінокислот [3], активністю амілолітичних та протеолітичних ферментів [4].

Для вивчення впливу підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на вуглеводно-амілазний комплекс тіста досліджували динаміку цукрів у тісті за інтенсивністю накопичення та зброджування мальтози (табл. 1).

Таблиця 1 – Масова частка редукуючих цукрів у тісті в перерахунку на мальтозу, % до маси СР тіста

Тривалість бродіння (автолізу), год.	Тісто, що дозрівало	
	за звичайних умов (контроль)	в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту CO ₂ у середовищі бродіння (в екструдері)
Без дріжджів		
0	1,99	1,99
1,5	2,85	2,66
3,0	2,97	2,83
Накопичено	0,98	0,84
З дріжджами		
0	2,29	2,29
1,5	1,71	2,10
3,0	0,24	0,56
Зброджено	2,05	1,73

Встановлено, що накопичення цукрів у тісті, що дозрівало у камері бродильно-формуального агрегату, знижується на 14...15 % порівняно з контрольним тістом. Процес зброджування дріжджами цукрів тіста, що дозрівало під тиском, також проходить на 35...36 % менш інтенсивно. Тобто інтенсивність процесу гідролізу високомолекулярних вуглеводів у тісті, що дозрівало в умовах підвищеного тиску, знижується, порівняно з контролем. Це може бути наслідком зниження активності амілолітичних ферментів борошна. Саме тому виникла необхідність дослідити активність амілаз борошна після дії підвищеного тиску.

Для цього з борошна готували екстракт α -амілази, піддавали його взаємодії з 1,5 % клейстеризованим розчином крохмалю в термостаті за температури 45 °C в умовах атмосферного тиску та підвищеного тиску (0,2 МПа). Активність β -амілази досліджували за оцінкою ступеня взаємодії гліцеринового препарату β -амілази (готували з пшеничного борошна) з 5 % клейстеризованим розчином крохмалю за температури 40 °C в умовах підвищеного тиску та без дії тиску. Йодометричним методом визначали кількість

мальтози, що утворилася під час взаємодії ферменту і субстрату, та виражали її у відсотках до маси крохмалю (табл. 2). За вмістом утвореної мальтози судили про активність α - та β -амілази.

Дослідження показали, що в умовах підвищеного тиску утворюється на 54...59 % менше мальтози порівняно з контролем, тобто активність α -амілази в результаті дії підвищеного тиску знижується. Також знижується активність β -амілази на 34...35 %.

Для вивчення впливу підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на білково-протеїназний комплекс тіста визначали вміст загального білка тіста, сумарного водорозчинного білка, а також вміст вільних амінокислот. Визначення фракційного складу білкових речовин проводили у тісті після 30 хв його дозрівання (поч.) та через 180 хв автолізу (кін.) за температури 30 °C (табл. 3).

Таблиця 2 – Активність амілолітичних ферментів борошна, % мальтози до маси крохмалю

Амілази	Умови взаємодії ферменту та субстрату	
	за атмосферного тиску (контроль)	за підвищеного тиску (в екструдері)
α -амілаза		
через 2 год експозиції за 45 °C	36,8	16,8
через 3 год експозиції за 45 °C	43,2	17,6
β -амілаза		
через 1 год експозиції за 40 °C	15,3	10,1

Таблиця 3 – Вміст окремих фракцій азотовмісних сполук тіста, % СР

Фракція		Тісто, що дозрівало	
		за звичайних умов (контроль)	в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту CO ₂ у середовищі бродіння (в екструдері)
Загальний азот	поч.	3,06	3,06
	кін.	2,95	2,98
	зміна	-0,11	-0,08
Водорозчинний азот	поч.	0,102	0,102
	кін.	0,095	0,121
	зміна	-0,007	+0,019
Азот вільних амінокислот	поч.	0,0221	0,0221
	кін.	0,0223	0,0244
	зміна	+0,0002	+0,0023

Встановлено, що вміст водорозчинного білка у тісті, яке дозрівало в умовах підвищеного тиску, збільшується на 27...28 % порівняно з контрольним зразком – тістом, що дозрівало за звичайних умов. Також на 9...10 % збільшується вміст вільних амінокислот.

Такі зміни в стані білків борошна можуть бути зумовлені інтенсивним гідролізом високомолекулярних білків під впливом протеїнази. Тому досліджували активність протеолітичних ферментів борошна після дії підвищеного тиску. Для цього моделювали умови бродильно-формуального агрегату. З пшеничного борошна вилучали екстракт протеолітичних ферментів, на який діяли підвищеним тиском протягом 2-х та 3-х год за кімнатної температури. Отримані витяжки піддавали взаємодії з 10 % розчином яєчного білка протягом 48 год за температури 37 °C. Далі визначали кількість амінного азоту (табл. 4).

Таблиця 4 – Активність протеолітичних ферментів борошна

Показник	Умови реакції		
	за атмосферного тиску	під тиском протягом	
		2 год	3 год
Кількість азоту вільних амінокислот, мг/100 г білка	1225	1260	1383

За результатами досліджень виявлено, що чим більша тривалість дії підвищеного тиску на протеолітичні ферменти, тим їхня активність вища.

Висновки

1. Впровадження бродильно-формуального агрегату дає змогу значно спростити технологічну лінію виробництва сухарних виробів за рахунок поєднання в одному агрегаті всіх операцій оброблення тіста.

2. Встановлено, що накопичення цукрів у тісті, яке дозрівало під тиском, зменшується на 14...15 %, а зброджування уповільнюється на 35...36 %.

3. Під впливом підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння знижується активність α -амілази на 54...59 % та активність β -амілази на (34...35) %.

4. Дія підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння сприяє активізації протеолітичних ферментів і, як наслідок, збільшенню кількості водорозчинного азоту на 27...28 %, вільних амінокислот на 9...10 %. Це зумовлює необхідність зменшення тривалості дозрівання тіста у камері бродильно-формуального агрегату.

Література

1. Патент на винахід 59060А, МПК А21С, Бродильно-формуальний агрегат / Теличкун В.І., Сандул О.О., Черета В.В. Заявлено 11.12.2002, опублік. 15.08.2003, бюл. № 8.
2. Патент на корисну модель № 24301, Спосіб виробництва сухарів / Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О. Заявлено 13.02.2007, опублік. 25.06.2007, бюл. № 8.
3. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 342 с.
4. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.И. Новые методы контроля хлебопекарного производства – К.: Техника, 1977. – 192 с.

УДК 664.644

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАВАРОК І ХМЕЛЬОВИХ ЗАКВАСОК

Юрчак В.Г., д-р техн. наук, професор, Рак В.П., аспірант, Ковалевська Є.І., канд. хім. наук, доцент,
Яйко М.О., магістрант

Національний університет харчових технологій, м. Київ
Львівський державний коледж харчової і переробної промисловості НУХТ

Досліджено реологічні властивості заварок, приготовлених за співвідношення борошна і хмельового відвару 1:2 та 1:3, і хмельових заквасок з їх використанням.

Reologichni properties of brewing are investigated for correlation of flour and hop-water 1:2 and 1:3, and leaven with their use.

Ключові слова: хмельовий відвар, заварка, хмельова закваска, реологічні властивості.

Суть технології хліба на хмельових заквасках полягає в тому, що мікрофлора заквасок розвивається на борошняному поживному середовищі, яким є гірка заварка, приготовлена із борошна і хмельового відвару [1-3].

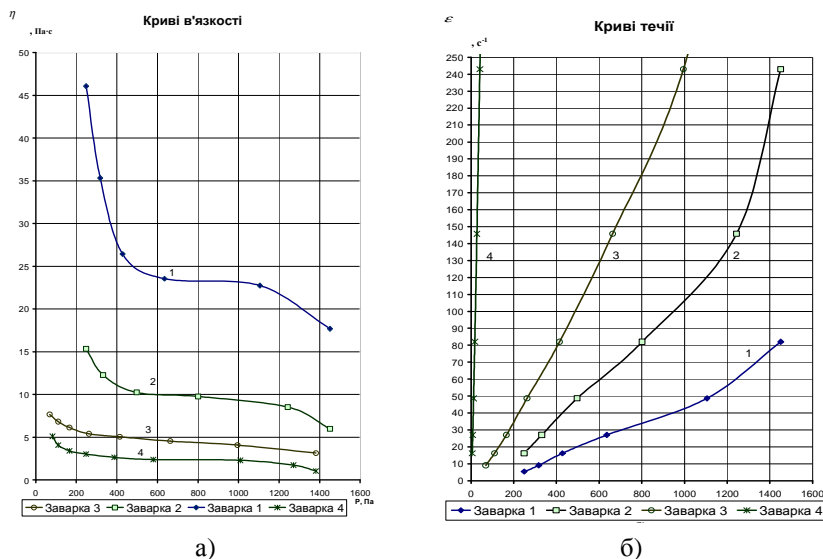
Найбільш вагомими факторами, які впливають на реологічні властивості заварок та заквасок, є масова частка вологи в них, кількість борошна, що вноситься із заварками.

Для вибору обладнання для приготування заварок і заквасок, забезпечення можливості їх транспортування по трубопроводах важливо знати реологічні властивості цих напівфабрикатів. Практичний досвід свідчить, що заварки, приготовлені за співвідношення борошна і води 1:2, є досить густими для перекачування насосами. Проте у фундаментальних працях [4-6], присвячених вивченню реологічних властивостей борошняних напівфабрикатів, дослідженню структурно-механічних властивостей заквасок, приготовлених на заварках, не приділялась увага.

У цій роботі визначали реологічні характеристики заварок, приготовлених за співвідношення борошна і хмельового відвару 1:2 та 1:3, і хмельових заквасок, підживлених цими заварками. Реологічні характеристики заварок досліджували зразу після заварювання та після однієї години оцукрення. Закваски підживлювались заварками, які містили 6 % та 12 % борошна у завареному вигляді, вміст борошна у всіх зразках закваски становив 12 % від маси його в тісті. Масова частка вологи у хмельових заквасках становила 78 %. Реологічні характеристики заквасок визначали зразу після підживлення та після 3 год бродіння

ня. Вивчення реологічних характеристик напівфабрикатів здійснювали на приладі «Реотест-2». За отриманими графіками визначали такі структурно-механічні показники: динамічну в'язкість незруйнованої структури (η_0 , Па·с), динамічну в'язкість зруйнованої структури (η_m , Па·с), величину аномалії в'язкості ($\eta_0 - \eta_m$, Па·с), характер утвореної системи, ($P_{к1}$, Па), динамічну межу здатності системи до течії ($P_{к2}$, Па), міцність утвореного структурного каркаса (P_m , Па), міцність структурних зв'язків ($P_{к1}/P_{к2}$, Па), діапазон напружень ($P_m/P_{к1}$, Па). За даними вимірювань будували криві в'язкості залежно від напруження зсуву та криві течії (залежність швидкості деформації від напруги). Отримані дані для заварок наведені на рис. 1 та в табл. 1, для заварок – на рис. 2 та 3 і в табл. 2 відповідно.

За характером реологічних кривих в'язкості і течії можна зробити висновок, що досліджувані системи належать до коагуляційних структур. Коагуляційні структури утворюються у разі взаємодії частинок дисперсної фази безпосередньо або через тонкі прошарки рідкого дисперсійного середовища. Для коагуляційних структур характерні низька міцність, висока пластичність, здатність до високоеластичних деформацій, яскраво виражена тиксотропія [7].



1 – приготуєних за співвідношення Б:ХВ 1:2, після заварювання; 2 – те саме, після оцукрення; 3 – приготуєних за співвідношення Б:ХВ 1:3, після заварювання; 4 – те саме, після оцукрення

Рис. 1 – Криві в'язкості (а) та криві течії (б) заварок:

Таблиця 1 – Реологічні характеристики заварок

Номер кривої на графіку рис.1	Напівфабрикат	Динамічна в'язкість незруйнованої структури, η_0 , Па·с	Динамічна в'язкість зруйнованої структури, η_m , Па·с	Аномалія в'язкості, $\eta_0 - \eta_m$, Па·с	Характер утвореної системи, $P_{к1}$, Па	Динамічна межа здатності системи до течії, $P_{к2}$, Па	Міцність структурного каркаса, P_m , Па	Міцність структурних зв'язків, $P_{к1}/P_{к2}$, Па	Діапазон напружень, $P_m/P_{к1}$, Па
	Заварка після заварювання за співвідношення Б:ХВ 1:2	46,1	17,7	28,4	150,0	670	1190	0,2	7,9
	Оцукрена заварка за співвідношення Б:ХВ 1:2	15,4	6,0	9,4	110,0	1025	1320	0,1	12,0
	Заварка після заварювання за співвідношення Б:ХВ 1:3	7,7	3,2	4,5	20,0	300	875	0,1	43,7
	Оцукрена заварка за співвідношення Б:ХВ 1:3	5,1	1,1	4,1	0	20	27	0	0

З рис. 1 і табл. 1 видно, що динамічна в'язкість незруйнованої структури заварок при співвідношенні Б:ХВ 1:2 становить 46,1 Па·с і вона є вищою, ніж для заварок зі співвідношенням Б:ХВ 1:3, у 6,5 разу (7,7 Па·с). Після 1 год оцукрення в'язкість зменшується в обох заварках і становить відповідно 15,4 та 5,1 Па·с, але є вищою для заварки зі співвідношенням Б:ХВ 1:2 у 3 рази.

Аналогічні залежності спостерігаються для показника динамічної в'язкості зруйнованої структури.

Аномалія в'язкості, яка характеризує міцність утвореної в системі надмолекулярної структури, показує, що у заварці при співвідношенні Б:ХВ 1:2 структура є найміцнішою, а у заварки при співвідношенні Б:ХВ 1:3 спостерігаємо послаблення структури. Після оцукрення міцність структури зменшується, але для заварок зі співвідношенням Б:ХВ 1:2 вона є міцнішою у 2 рази порівняно із заварками зі співвідношенням Б:ХВ 1:3.

Динамічна межа здатності системи до течії в оцукреній заварці за співвідношення Б:ХВ 1:2 є найвищою – 1025 Па, а в оцукреній заварці за співвідношення Б:ХВ 1:3 спостерігається суттєве її зниження і вона становить 20 Па.

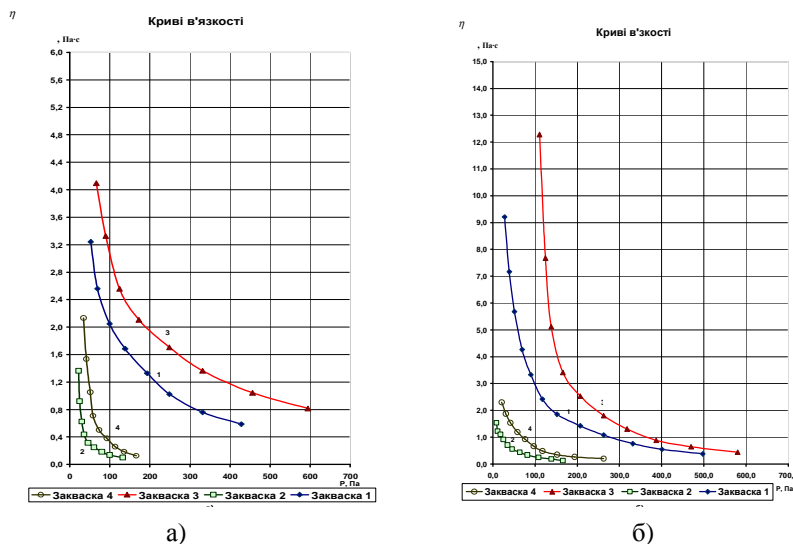
Про характер утвореної системи ($P_{к1}$) можна сказати, що обидві заварки після заварювання мають властивості структурованого тіла. Оцукрена заварка, приготовлена при співвідношенні Б:ХВ 1:2, також є структурованим тілом, і лише заварка, приготовлена при співвідношенні Б:ХВ 1:3, після однієї години оцукрення набуває властивостей рідкоподібного структурованого тіла. Міцність утвореного структурного каркаса зростає під час оцукрення заварки за співвідношення Б:ХВ 1:2 і суттєво послаблюється в оцукреній заварці за співвідношення Б:ХВ 1:3.

Таким чином, проведені дослідження реологічних характеристик заварок показали, що найвищу в'язкість має заварка, приготовлена за співвідношення Б:ХВ 1:2. У процесі оцукрення в'язкість заварок зменшується, але співвідношення в'язкостей залишається тим самим.

Як свідчать отримані дані, внесення у закваску із заваркою 12 % борошна у завареному вигляді призводить до зростання динамічної в'язкості незруйнованої структури закваски в порівнянні з заквасками, які містять 6 % борошна у завареному вигляді за будь-якого співвідношення Б:ХВ, що є досить логічним. Аналогічні залежності спостерігаються для динамічної в'язкості зруйнованої структури.

Закваски, що готувалися з використанням заварок за співвідношення Б:ХВ 1:3, мали дещо вищі показники динамічної в'язкості як зруйнованої, так і незруйнованої структури, порівняно із заквасками, що готувалися з використанням заварок за співвідношення Б:ХВ 1:2. Як показано вище, динамічна в'язкість самих заварок вища за співвідношення Б:ХВ 1:2.

Таке протиріччя легко пояснити, якщо врахувати, що під час приготування заварок за співвідношення Б:ХВ 1:3 більша кількість води бере участь у клейстеризації крохмалю борошна, отже, зв'язується осмотично, ніж у заварках за співвідношення Б:ХВ 1:2. В останньому випадку більша кількість води, яка вноситься у закваску, не бере участі у клейстеризації крохмалю борошна і не є зв'язаною.



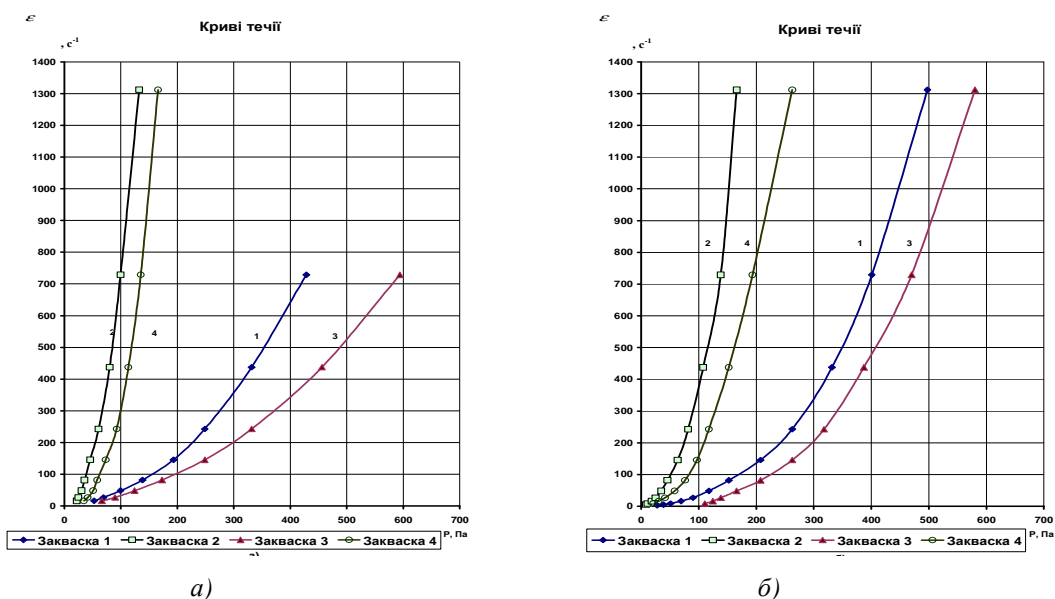
Приготовлені закваски: а) зразу після підживлення; б) після бродіння

Рис. 2 – Криві в'язкості заквасок, що містять: 1 – 12 % завареного борошна за співвідношення борошна Б : ХВ у заварці 1:2; 2 – 6 % завареного борошна за співвідношення Б : ХВ у заварці 1:2; 3 – 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3; 4 – 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3.

Аномалія в'язкості також свідчить, що закваски, які містять 12 % завареного борошна, мають міцнішу структуру, якщо під час їх приготування використовують заварку за співвідношення Б:ХВ 1:3. Закваски, що містять 6 % завареного борошна, мають меншу міцність структури порівняно із заквасками, які містять 12 % борошна у завареному вигляді, але і в цьому разі міцність структури заквасок є вищою, якщо використовуються заварки за співвідношення Б:ХВ 1:3.

Динамічна межа здатності системи до течії у закваски, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3, є найвищою – 254 Па, а в закваски, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2 – найнижчою і становить 60 Па.

Найшвидше течія починається в заквасці, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2, і становить 90 Па. Значно вища межа течії спостерігається у заквасці, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3 – 460 Па.



Приготовлені закваски: а) зразу після підживлення; б) після бродіння

Рис.3 – Криві течії заквасок, що містять: 1 – 12 % завареного борошна за співвідношення Б : ХВ у заварці 1:2; 2 – 6 % завареного борошна за співвідношення Б : ХВ у заварці 1:2; 3 – 12 % завареного борошна за співвідношення Б : ХВ у заварці 1:3; 4 – 6 % завареного борошна за співвідношення Б : ХВ у заварці 1:3.

Виброджені закваски, що приготовлені з використанням заварки за співвідношення Б:ХВ 1:2, мають меншу в'язкість, ніж закваски з використанням заварок за співвідношення Б:ХВ 1:3, як і у випадку зі щойно підживленою закваскою. Це є наслідком того, що за співвідношення Б:ХВ 1:3 у заварках вода зв'язується крохмалем під час заварювання борошна, в той час, як при приготуванні закваски з використанням більш густих заварок, у закваски вноситься ще деяка кількість води, яка не знаходиться у зв'язаному стані.

Аномалія в'язкості показує, що у вибродженій закваски, яка містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3, структура є міцнішою в порівнянні з підживленою закваскою і становить 11,8 Па·с.

У вибродженій закваски, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2, суттєвих змін не спостерігається. Про характер утвореної системи можна сказати, що закваски, які містять 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2, 1:3, а також закваски, що містять 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ 1:3 належать до структурованого твердоподібного тіла. Закваски, що містять 6 % завареного борошна зі співвідношенням Б:ХВ у заварці 1:2, є рідкоподібним структурованим тілом. Найміцніший структурний каркас у вибродженій закваски, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3 – 470 Па.

В'язкість заквасок, що містять 12 % борошна у завареному вигляді і приготовлені з використанням заварок за співвідношення Б:ХВ 1:3, є найвищою як зразу після підживлення, так і після бродіння та становить відповідно 4,1 і 12,3 Па·с. У процесі бродіння в'язкість цих заквасок збільшується майже в три рази. В'язкість заквасок, що містять 6 % борошна у завареному вигляді, також зростає у процесі бродіння, але незначно.

Порівняння реологічних характеристик хмельових заквасок показало, що використання рідших заварок (співвідношення Б:ХВ 1:3) для їх приготування та збільшення в них кількості борошна, яке вноситься у завареному вигляді, призводить до зростання в'язкості заквасок і межі здатності системи до течії порівняно із заквасками, що містять густіші заварки. Очевидно, це пояснюється внесенням із заварками більшої кількості води у зв'язаному стані. В процесі бродіння в'язкість заквасок, що містять 12 % борошна, збільшується.

Таблиця 2 – Реологічні характеристики хмельових заквасок

Номер кривої на рис. 2, 3	Назва напівфабрикату	Динамічна в'язкість незруйнованої структури, η_0 , Па·с	Динамічна в'язкість зруйнованої структури, η_m , Па·с	Аномалія в'язкості, $\eta_0 - \eta_m$, Па·с	Характер утвореної системи, $R_{к1}$, Па	Динамічна межа здатності системи до течії, $R_{к2}$, Па	Міцність структурного каркаса, R_m , Па	Міцність структурних зв'язків, $R_{к1}/R_{к2}$, Па	Діапазон напружень, $R_{пр}/R_{к1}$, Па
		Закваски після підживлення							
	Закваска, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2	3,2	0,6	2,7	21,0	190	335	0,1	16,0
	Закваска, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2	1,4	0,1	1,3	10,0	60	90	0,2	9,0
	Закваска, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3	4,1	0,8	3,3	40,0	254	460	0,2	11,5
	Закваска, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3	2,1	0,1	2,0	20,0	100	135	0,2	6,8
Виброджені закваски									
	Закваска, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2	9,2	0,4	8,8	25,0	283	392	0,1	15,7
	Закваска, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:2	1,5	0,1	1,4	0	110	143	0	0
	Закваска, що містить 12 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3	12,3	0,4	11,8	100,0	335	470	0,3	3,4
	Закваска, що містить 6 % завареного борошна за співвідношення Б:ХВ у заварці 1:3	2,3	0,2	2,1	11,5	110	180	0,1	9,6

Висновки

Дослідивши реологічні властивості заварок і хмельових заквасок, при підборі обладнання для їх приготування та транспортування потрібно врахувати, що:

— динамічна в'язкість незруйнованої структури заварок, приготовлених за співвідношення борошна і хмельового відвару 1:2, вища, ніж заварок, приготовлених за співвідношення Б:ХВ 1:3, і становить порівняно 46,1 Па·с та 7,7 Па·с після заварювання, 15,4 Па·с та 5,1 Па·с після 1 год оцукрення;

— заварки, приготовлені за співвідношення Б:ХВ 1:2, 1:3 відразу після заварювання, та заварки оцукрені, приготовлені за співвідношення 1:2, мають властивості структурованого тіла, а оцукрені заварки, приготовлені за співвідношення Б:ХВ 1:3, набувають властивостей рідкоподібного структурованого тіла;

— закваски, приготовлені з використанням заварок, які містять 12 % борошна у завареному вигляді, приготовлені за співвідношення борошна і хмельового відвару 1:3, мають більшу в'язкість, яка становить відповідно 4,4 Па·с після приготування і 12,3 Па·с після 3 год бродіння, ніж закваски, приготовлені за співвідношення Б:ХВ 1:2, в'язкість яких становить відповідно 3,2 Па·с та 9,2 Па·с;

— закваски, які містять 12 % борошна у завареному стані та приготовлені за співвідношення борошна і хмельового відвару 1:2, 1:3, і закваски, що містять 6 % борошна у завареному стані за співвідношення Б:ХВ 1:3, належать до структурованого твердоподібного тіла. Лише закваски з використанням заварки, яка містить 6 % завареного борошна і приготовлена за співвідношення Б:ХВ 1:2, належать до рідкоподібного структурованого тіла, очевидно, завдяки збільшенню в них кількості зв'язаної води.

Література

1. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. Підручник для уч. проф. техн. навч. закл. / В.І. Дробот. – К.: Техніка, 2006. – 408 с.
3. Островский А.И. Жидкие пекарские дрожжи / А.И. Островский. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 172 с.
4. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
5. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста / Б.А. Николаев. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 246 с.
6. Реометрия пищевого сырья и продуктов. Справочник / Под ред. Ю.А Мачихина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
7. Колоїдна хімія. Підручник / Л.С. Воловик, Є.І. Ковалевська, В.В. Манк та ін.; за ред. д. т. н., проф. В.В. Манка. – К.: НУХТ, 2011. – 247 с.

УДК 664.667:[664.661.12:66429]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЗАМИЛОЗНОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ

**Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Макарова О.В. канд. техн. наук, доцент,
Хвостенко Е.В., аспирант, Ильющенко М.Н., магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В статье приведены результаты исследования влияния массовой доли муки пшеницы вакси на качественные характеристики сырцовых пряников, показана возможность ее использования в технологии данных изделий.

In the article the results of investigations of mass influence of waxy wheat flour quality characteristics on quality characteristics of carrots are depicted, the reasonability of using of mentioned type of flour in pastry technology is shown.

Ключевые слова: пшеница вакси, пшеничная мука, амилопектин, сырцовые пряники, органолептические и физико-химические показатели качества.

Ассортимент мучных изделий в нашей стране постоянно изменяется в зависимости от предпочтений потребителя и требований динамично развивающегося рынка пищевых продуктов. Производители предлагают потребителю целый ряд мучных изделий, относящихся к разным ценовым категориям и способных удовлетворить любой вкус. Но в зависимости от вида данные изделия существенно различаются между собой также рецептурным составом, технологией приготовления, структурно-механическими свойствами теста, текстурой. При этом качество муки, как основного сырья, оцениваются по общим показателям согласно существующему стандарту в независимости от вида продукции, для которого данное мучное сырье используется.

В последние годы вопрос о необходимости обеспечить соответствие технологических свойств сырья конкретному виду мучных изделий становится актуальным и требует решения. Следует отметить, что зарубежные производители мучных изделий установили, что применение сырья с необходимыми технологическими свойствами приводит к сокращению продолжительности технологического процесса и стабилизации качественных характеристик готовых изделий, повышает эффективность работы существующего оборудования [1-4].

В селекционно-генетическом институте – Национальном центре семеноведения и сортоизучения УААН (г. Одесса) в течение последних лет проводится масштабная программа по созданию новых сортов зерновых культур со специфическими характеристиками для получения из них муки целевого назначения [5]. Разработка и внедрение в производство сырья из новых видов пшеницы является перспективным направлением в развитии мукомольной, хлебопекарной, кондитерской и макаронной промышленности нашей страны. К одним из последних достижений селекционеров относится выведение нового сорта пшеницы – вакси, крахмал которой содержит только амилопектин.

Для определения рационального содержания муки пшеницы вакси (МПВ) в рецептурах различных видов мучных изделий необходимо провести ряд исследований для изучения влияния данной муки и со-

отношения рецептурных компонентов на структурно-механические свойства различных видов тестовых масс и готовых изделий, установить особенности ведения технологического процесса.

Анализ литературных источников показал, что зарубежными учеными исследована возможность использования МПВ при производстве некоторых видов мучных изделий – пшеничного хлеба, кексов, бисквитов, макаронных изделий и блюд традиционной китайской кухни. Установлено, что замена 30 % рецептурного количества традиционной муки на МПВ при производстве хлеба не ухудшает органолептических и физико-химических показателей качества готовых изделий. При исследовании влияния массовой доли МПВ на изменения качества пшеничного хлеба при хранении установили, что образцы, содержащие муку из безамилозной пшеницы, более длительное время сохраняли высокие качественные показатели. Проведенные научные исследования показали, что рекомендуемое содержание МПВ при производстве бисквитов составляет $\leq 30\%$, кексов – 15 %. Изделия именно с таким содержанием безамилозной муки получили высокую оценку дегустаторов и характеризовались лучшими качественными показателями в течение установленного срока хранения. Использование МПВ при производстве макаронных изделий улучшает их варочные свойства и вкусовые характеристики готовых изделий, что вероятно объясняется отсутствием амилозы в составе крахмала нового вида муки [6-8].

Целью представленных исследований было изучение влияния массовой доли МПВ на качественные характеристики сырцовых пряников для установления целесообразности ее использования в технологии данного вида изделий. В качестве объекта исследований пряники были выбраны по нескольким причинам. Во-первых, из-за отсутствия данных об использовании муки из безамилозной пшеницы в технологии данной группы мучных кондитерских изделий. Во-вторых, пряники относятся к популярным видам мучных изделий, что обусловлено их высокими вкусовыми характеристиками и доступностью для массового покупателя благодаря относительно низкой себестоимости.

Существующие виды пряничных изделий имеют ряд отличий, обусловленных особенностями ведения технологического процесса, рецептурным составом, которые и определяют их различные вкусовые свойства. По сравнению с сырцовыми заварные пряники характеризуются ярко выраженными органолептическими показателями – более приятным вкусом и ароматом. Но технологией приготовления данных пряничных изделий предусмотрена стадия приготовления заварки, требующая увеличения производственных площадей, что не всегда возможно [9]. Поэтому при изучении влияния МПВ на качество готовых изделий в рецептуре сырцовых пряников «Ванильные» [10] хлебопекарную пшеничную муку заменяли на 25 %, 50 %, 75 % и 100 % безамилозной.

Проведенные ранее исследования технологических свойств МПВ по состоянию углеводно-амилазного комплекса [11] показали перспективность ее использования в технологии мучных изделий. Следует отметить, что благодаря своим технологическим свойствам МПВ в смеси с традиционной мукой может компенсировать сниженные качественные характеристики последней.

Также при оценке качества муки особое внимание необходимо уделить изучению состояния белково-протеиназного комплекса, а именно количеству и качеству клейковины. Данные показатели не только регламентируются существующим стандартом [12], но и существенно влияют на ведение всего технологического процесса при производстве мучных изделий, формируют свойства полуфабрикатов и готовых изделий.

Сравнительная оценка традиционной хлебопекарной пшеничной муки (ХПМ) и безамилозной (табл.1) по количеству и качеству клейковины показала, что содержание сырой клейковины в МПВ ниже на 11,5 %, а сухой на 36,4 %, чем у ХПМ. Полученные результаты, возможно, связаны с химическим составом муки, а именно меньшим содержанием белка в безамилозной муке [7]. Гидратационная способность клейковины муки из безамилозной пшеницы значительно выше по сравнению с ХПМ, а именно на 72,3 %, что может способствовать увеличению показателя выхода готовых изделий. По другим показателям – растяжимость, эластичность, цвет и упругость – оба образца относятся к I группе качества.

Таблица 1 – Показатели количества и качества клейковины (n = 5, P ≤ 0,05)

Показатели качества	ХПМ	МПВ
Содержание сырой клейковины, %	25,2	22,3
Влажность, %	51,8	65,3
Упругость на ИДК, ед. прибора	52,5	55,0
Гидратационная способность, %	107	185
Количество сухой клейковины, %	12,1	7,7
Цвет	Светлый с желтым оттенком	Светлый
Эластичность	Хорошая	Хорошая
Растяжимость над линейкой, см	Средняя (11,5 см)	Средняя (10 см)
Группа качества	I – Клейковина хорошая	I – Клейковина хорошая

Важной технологической характеристикой при производстве всех видов мучных изделий является водопоглотительная способность (ВПС) муки. Количество воды, поглощаемое компонентами муки при замесе теста необходимой консистенции, имеет большое технологическое значение, так как от этого, в конечном счете, зависит соотношение между твердой и жидкой фазами теста, его реологические свойства, определяющие в дальнейшем качество готовых изделий. Также ВПС муки влияет и на выход готовой продукции, что немаловажно для производителей.

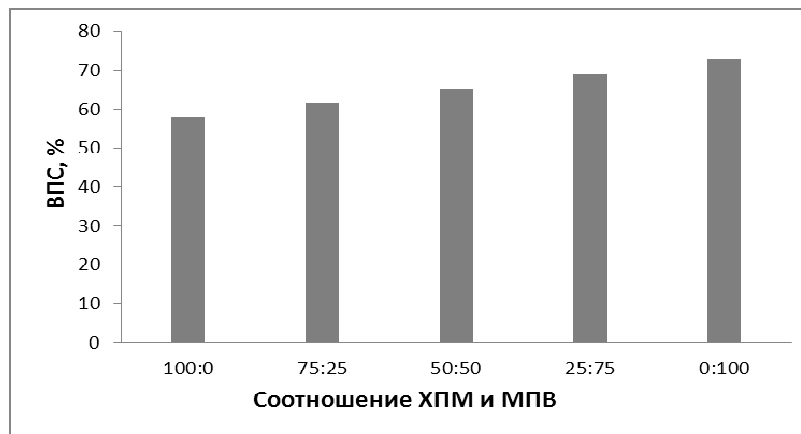


Рис.1 – Водопоглотительная способность смеси ХПМ и МПВ

Из полученных результатов исследования смеси ХПМ и МПВ (рис.1) следует, что увеличение содержания МПВ в исследуемых смесях приводит к возрастанию показателя ВПС. Так, для образца с 50 % безамилозной муки данный показатель повысился на 7 % по сравнению с контролем, а для МПВ – на 15 %. Вероятно, данная закономерность объясняется большей чувствительностью зерен крахмала безамилозной пшеницы к механическому повреждению при получении муки, что способствует увеличению содержания поврежденных зерен крахмала в МПВ [11]. Эта особенность, в свою очередь, приводит к повышению ее водопоглотительной способности, поскольку, как известно, поврежденные зерна крахмала по сравнению с неповрежденными способны поглощать в три раза больше влаги. Также увеличение ВПС мучных смесей, содержащих МПВ, может быть обусловлено более высокой гидратационной способностью клейковины безамилозной муки.

Качество пищевых продуктов в значительной степени обусловлено такими показателями, как вкус, запах, цвет, внешний вид, форма изделий. Эти важные качественные характеристики, предусмотренные действующими стандартами [13], влияют на оценку потребителя и формируют конкурентоспособность продукции на рынке. Анализ органолептических показателей сырцовых пряников, содержащих МПВ (табл. 2), показал, что независимо от массовой доли, внесенной в рецептуру безамилозной муки, органолептические показатели сырцовых пряников существенно не изменяются. Насыщенный цвет готовых изделий, содержащих в рецептуре более 50 % МПВ, может быть объяснен химическим составом данного вида муки, а именно, наличием в ней большего количества собственных простых сахаров [11], которые, в результате карамелизации под действием высокой температуры и обезвоживания верхней корочки во время выпечки, способствуют более интенсивному окрашиванию пряников. Кроме того, повышенное содержание сахаров приводит к образованию большего количества меланоидинов, образующихся в результате взаимодействия редуцирующих сахаров и продуктов гидролитического распада белков [1].

Таблица 2 – Органолептические показатели сырцовых пряников из смеси ХПМ и МПВ

Наименование показателя	Соотношение ХПМ и МПВ				
	100:0 (контроль)	75:25	50:50	25:75	0:100
Форма	Правильная, выпуклая, свойственная данному виду изделия, не расплывчатая				
Поверхность	Неподгорелая, без вздутий и вмятин				
Цвет	Светло-желтый		Светло-коричневый		
Вкус и запах	Сладкий вкус, с ванильным ароматом, без посторонних привкусов и запаха				
Вид в разломе	Без уплотнения и следов непромеса, с развитой пористостью, без пустот				
Консистенция	Свойственная данному виду изделия				

При исследовании влияния МПВ на показатели качества готовых изделий, прежде всего, следует уделять внимание именно тем характеристикам, которые регламентируются действующими нормативными документами, а именно влажности и щелочности.

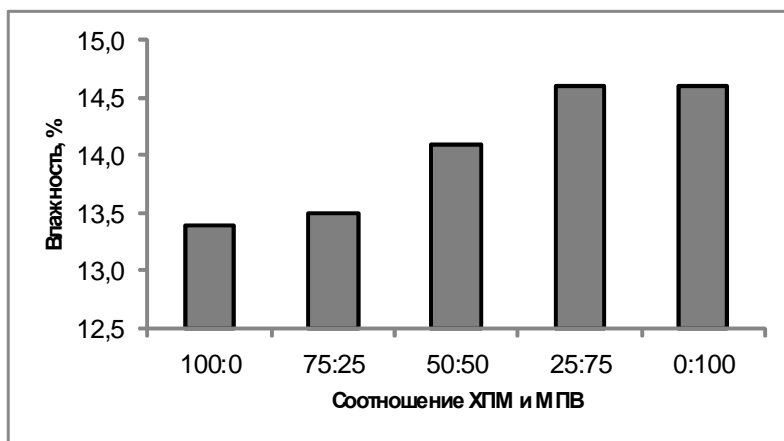


Рис. 2 – Влияние массовой доли МПВ на влажность сырьевых пряников

Увеличение массовой доли МПВ в рецептуре приводит к возрастанию влажности готовых изделий (рис. 2). Так, влажность образца с 50 % МПВ выше на 0,7 %, по сравнению с контролем, а для пряников из МПВ – на 1,2 %. Такая закономерность может быть объяснена более высокой водопоглощательной способностью муки из данного вида пшеницы. Кроме того, как известно, крахмал безамилозной муки содержит только амилопектин, который в отличие от амилозы имеет разветвленную структуру, что, вероятно, способствует уменьшению концентрационного перемещения влаги из слоев центральной части тестовых заготовок к слоям с меньшей концентрацией влажности, т.е. к корочке, во время выпечки [14]. Можно предположить, что такая тенденция положительно повлияет на изменение качественных характеристик пряников в процессе хранения. Следует отметить, что увеличенные показатели влажности готовых изделий из МПВ не превышают норм, указанных стандартом.

Также установлено, что массовая доля МПВ в мучной смеси не оказывает влияния на щелочность исследуемых пряников. Данный показатель не превышал установленных требованиями стандарта значений (до 2 град).

Качество таких мучных кондитерских изделий, как пряники, в значительной степени обусловлено их пористостью. К показателям, которые косвенно характеризуют пористость мучных кондитерских изделий, относятся плотность и намокаемость (рис. 3).

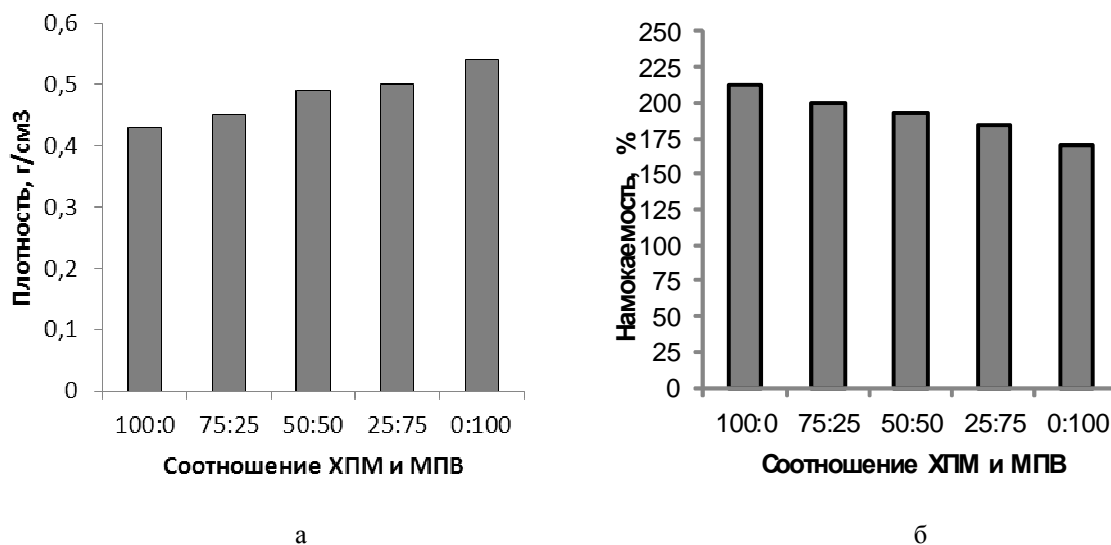


Рис. 3 – Влияние массовой доли МПВ на плотность (а) и намокаемость (б) сырьевых пряников

Результаты исследования влияния массовой доли МПВ на качественные характеристики сырцовых пряников свидетельствуют, что с увеличением содержания МПВ в рецептуре происходит некоторое увеличение плотности изделий. По сравнению с контролем, для образцов с 50 % МПВ плотность возросла на 14 %, а для пряников из МПВ – на 25,6 %. Такая тенденция, возможно, связана с технологическими свойствами безамилзной муки, а также более высокой влажностью сырцовых пряников, содержащих МПВ. Так, внесение МПВ, благодаря разветвленной структуре амилопектина и более высокой ВПС данного вида муки, приводит к образованию более связанной структуры пряничного теста, которое во время выпечки разрыхляется в меньшей степени, что, в свою очередь, приводит к снижению пористости готовых изделий. Но при этом, важно отметить, что все исследуемые образцы, согласно классификации пряников по плотности [15], относятся к изделиям с хорошей пористостью.

Увеличение массовой доли МПВ в рецептуре пряничных изделий приводит к некоторому уменьшению намокаемости. Для готовых изделий, содержащих 50 % МПВ, по сравнению с контролем данный показатель снизился на 9,8 %, а для образцов из МПВ – на 24,5 %. Таким образом, результаты исследования намокаемости пряников с внесением МПВ подтвердили вышеприведенные данные относительно влияния безамилзной муки на плотность исследуемых мучных изделий. Как известно, показатели намокаемости и плотности коррелируют между собой.

При изучении влияния МПВ на такие показатели качества как удельный объем и формоустойчивость готовых изделий (табл.3) установлено, что с увеличением содержания безамилзной муки в рецептуре происходит уменьшение удельного объема пряников. Так, данный показатель для образца с 50 % МПВ снизился по сравнению с контролем на 17,1 %, а для изделий из МПВ – на 11,3 %.

Таблица 3 – Влияние массовой доли МПВ на формоустойчивость сырцовых пряников

Наименование показателя	Соотношение ХПМ и МПВ				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Удельный объем, см ³ /г	2,28	2,18	2,13	2,09	2,02
Формоустойчивость (H/D)	0,5	0,52	0,56	0,59	0,61

При этом следует отметить, что формоустойчивость исследуемых изделий увеличивалась с повышением массовой доли МПВ в рецептуре. Вероятно, это связано с более высокой ВПС исследуемого вида муки по сравнению с ХПМ (см. рис. 1). Полученная зависимость свидетельствует о том, что внесение МПВ положительно сказывается на качестве сырцовых пряников, так как приводит к уменьшению расплываемости тестовых заготовок во время выпечки.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что использование муки с измененным углеводным составом является перспективным направлением при производстве сырцовых пряников. Также, учитывая изученные технологические свойства безамилзной муки можно предположить, что включение ее в рецептуру положительно скажется на изменении показателей качества мучных изделий при хранении.

Литература

1. Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия. Пер. с англ. В.Е.Ашкинази; науч. ред. И.В. Матвеева. – СПб: Профессия, 2003. – 558 с.
2. <http://www.muehlenchemie.de>
3. <http://media.wiley.com>
4. <http://www.cfs.purdue.edu>
5. Рибалка О.І. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 3. – С. 7-16.
6. K. Hayakawa, K. Tanaka, T. Nakamura, S. Endo, T. Hoshino End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods. // Cereal chemistry. – 2004. – Vol. 81, № 5. – P. 666-672.
7. Monisha Bhattacharya, Sofia V. Erazo-Castrejón, Douglas C. Doehlert and Michael S. McMullen. Staling of Bread as Affected by Waxy Wheat Flour Blends. // Cereal chemistry. – 2002. – Vol. 79, – № 2. – P.178-182.
8. Рибалка О.І., Червоніс М.В., Топораш І.Г. Пшениця ваксі з унікальними властивостями крохмалю: можливі напрямки її використання // Хранение и переработка зерна. – 2005. – №7. – С. 24-28.
9. Кузнецова Л.С., Сиданова М.Ю. Технология и организация производства кондитерских изделий. – М.: Академия, 2009. – 480 с.
10. Общественное питание. Справочник кондитера. Под общ. ред. Николаевой М.А. Номфиловой Н.И. – М.: «Экономические новости», 2003. – 640 с.

11. Іоргачова К.Г., Макарова О.В., Хвостенко К.В., Рибалка О.І. Визначення технологічних властивостей борошна з безамілозної пшениці за станом вуглеводно-амілазного комплексу// Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 37-40.
12. ГСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови
13. ДСТУ 4187:2003. Вироби кондитерські пряникові.
14. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.
15. Технологія кондитерського виробництва. Практикум: навч. посібник / К.Г. Іоргачова, О.В. Макарова, Л.В. Гордієнко, Г.В. Коркач; за ред. К.Г. Іоргачової. – Одеса: ОНАХТ, 2011. – 208 с.

УДК 664.68.002

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ КОМПОЗИЦІЙНОЇ БОРОШНЯНОЇ СУМІШІ З ГАРБУЗОВОГО НАСІННЯ ТА ГРЕЧКИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ КЕКСІВ

Капліна Т.В., канд. техн. наук, професор, Столярчук В.М., канд. техн. наук, доцент,
Кудрик М.А., канд. біол. наук, доцент
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»,
м. Полтава

Робота присвячена розробленню технології кексів із використанням композиційної борошняної суміші з гарбузового насіння та гречки. Досліджено зміни органолептичних і фізико-хімічних властивостей кексових виробів від кількості введеного композиційного борошна.

The article looks at the cake's technology which flour's composition of pumpkinseeds-buckwheat. There is research into organoleptic and physicochemical property's change of cake under the influence of quantity flour's composition.

Ключові слова: кекси, композиційна борошняна суміш, гарбузове насіння, гречка

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями. Борошняні кондитерські вироби – група харчових продуктів, які характеризуються широким асортиментом і користуються значним попитом серед різних категорій населення. Проте серед цих виробів досить складно віднайти такі, які б за своїми характеристиками у повній мірі відповідали сучасним вимогам нутриціології. Практично всі борошняні кондитерські вироби (далі БКВ) відзначаються високою енергетичною цінністю при низькому вмісті фізіологічно необхідних організму людини біологічно активних речовин.

Зазначена проблема зумовлена тим, що до складу більшості рецептур БКВ входить високоочищена сировина (пшеничне борошно вищого сорту, цукор, крохмаль тощо). Сировина, здатна підвищувати вміст біологічно активних речовин (горіхи, мак, мед тощо) використовується у відносно вузькому асортименті, в невеликій кількості, здебільшого як додаткова, й лише в деяких технологіях. Це призводить до того, що БКВ переважані вуглеводами, в дефіциті мають білок, вітаміни, мікро- і макроелементи. Дана проблема актуальна протягом багатьох років для виробників не лише України, а і всього світу. Тому ще наприкінці ХХ століття вітчизняні та закордонні науковці і виробники почали приділяти значну увагу створенню технологій якісно нових борошняних кондитерських виробів.

Роботи провідних учених Дробот В.І., Лисюк Г.М., Моргун В.О., Сердюк Л.І. засвідчують, що насіння олійних культур є перспективною сировиною для підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів. Існують певні напрацювання стосовно можливості використання насіння цих рослин і продуктів його переробки при виготовленні хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. Проте з ряду причин розроблені технології так і не знайшли широкого практичного впровадження. Однією з головних причин є наявність у складі насіння деяких видів олійних культур антипоживних і шкідливих речовин для організму людини [1, 2], що потребує введення у технологію додаткових операцій по їх вилученню чи знешкодженню. Це у свою чергу не лише ускладнює технологію, а й значно підвищує собівартість продукції. Вагомою причиною є і здатність цієї сировини при введенні у великих кількостях зумовлювати значні зміни традиційних органолептичних і фізико-хімічних властивостей продукції. Заміна ж невеликої кількості традиційної сировини не забезпечує бажаного покращення харчової цінності виробів. Тому використання насіння олійних культур, як нетрадиційної сировини для технологій БКВ,

потребує, перш за все, глибоких досліджень як його харчової цінності, так і функціонально-технологічних властивостей.

Детальний аналіз літературних джерел і серія попередніх експериментальних досліджень, проведених вченими ПУЕТ, указали на доцільність використання в технологіях БКВ гарбузового насіння. Воно має високу харчову цінність і лікувальні властивості. У складі гарбузового насіння відсутні шкідливі для людини речовини [3, 4]. Отже, враховуючи агротехнічні можливості вирощування гарбузів на території України, ця культура може бути потенційним сировинним джерелом для харчової промисловості. Проте до сьогодення технології переробки гарбузового насіння у стані розробки. Нами проведено ряд досліджень стосовно можливості використання в харчових технологіях гарбузового насіння у вигляді борошна різних сортів (жирного, напівзнежиреного та знежиреного). Його введення у технології БКВ забезпечує раціональне використання традиційних видів сировини та суттєве покращення харчової цінності готової продукції. Разом із цим, результати проведених досліджень вказують, що висока жирність гарбузового насіння (24...58 %, залежно від сорту) значно ускладнює процес його розмелювання: потребує додаткових затрат, спеціалізованого обладнання. Це у свою чергу відображається на собівартості кінцевої продукції. Таким чином, проблема раціонального використання гарбузового насіння в технологіях БКВ залишається актуальною.

Попередніми дослідженнями встановлена можливість уведення гарбузового насіння до складу композиційних борошняних сумішей (КБС). Вміст жирів у КБС, порівняно з гарбузовим насінням, можна зменшити. Виходячи з цього, нами запропоновано введення до складу суміші інших сировинних компонентів – гречки. Таким чином забезпечується можливість розмелювання гарбузового насіння у складі КБС із використанням при цьому традиційного борошномельного обладнання. У зв'язку з цим нами було поставлено завдання: розробити ряд композиційних борошняних сумішей, у складі яких обов'язковим компонентом є насіння олійних культур, вивчити їхні фізико-хімічні характеристики, функціонально-технологічні властивості й на основі отриманих результатів запропонувати раціональні технології БКВ.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження впливу концентрації композиційної борошняної суміші з гарбузового насіння та гречки на показники кексів.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. При вирішенні вищезазначених завдань було вивчено харчову цінність і функціонально-технологічні властивості, сировинний потенціал і економічну доцільність використання різноманітних видів сировини, які включають до складу КБС для хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. На основі отриманих даних нами розроблено ряд КБС, у складі яких обов'язковим компонентом є насіння олійних культур. Одна із КБС являє собою суміш гарбузового насіння та гречки. Відомо, що гречка має високу харчову цінність [5]. Проте борошно з цієї культури в харчових технологіях використовується в обмеженій кількості. Обумовлено це, перш за все, відсутністю в його складі клейковинних білків та наявністю специфічних органолептичних властивостей. При введенні гречаного борошна до складу рецептур у необхідній кількості для забезпечення покращення харчової цінності БКВ відзначається суттєве погіршення їхніх органолептичних і фізико-хімічних властивостей. При цьому виробі набувають занадто виражених притаманних гречці запаху, смаку та кольору, погіршується їхня структура та зовнішній вигляд.

Нами вивчено можливість уведення до складу рецептурних компонентів кексових виробів КБС із гарбузового насіння та гречки. Дослідження властивостей КБС і кексових виробів показали доцільність співвідношення у суміші гарбузового насіння та гречки 1:1 (на суху речовину). Виявлено, що саме за таких умов забезпечується гармонійне поєднання органолептичних властивостей сировинних компонентів, які в результаті передаються й готовим виробам. Збільшення частки того чи іншого компонента КБС є не доцільним, оскільки виробі набувають занадто виражених органолептичних властивостей, притаманних відповідному сировинному компоненту.

На першому етапі розробки нової технології передбачалося вивчення впливу кількості уведення КБС на заміну частки пшеничного борошна на якість виробів. За контроль слугували виробі, виготовлені за традиційною технологією кексу «Столичний» № 82 [6]. Дослідні зразки виготовлялися за зміненою технологією з заміною частки пшеничного борошна на КБС із гарбузового насіння та гречки (на суху речовину з урахуванням жирності). Межі заміни пшеничного борошна встановлено на основі попередніх пробних відпрацювань і для дослідних зразків вони становили 20...35 % при $\lambda_i=5$ %.

Дегустація виробів показала, що оптимальною є заміна пшеничного борошна на КБС у кількості 30 % (рис. 1). При цьому органолептичні показники якості готових виробів знаходились на рівні контролю. Дослідні зразки мали приємний легкий запах і присмак, притаманні складовим КБС, що дегустатори відзначали, як позитивний фактор. Дослідні зразки з заміною борошна до 30 % (№ 2, № 3 і № 4) за показником кольору не відрізнялися від контролю. Гармонійне поєднання кольорової гами гарбузового насіння та гречки у випечених виробках нівелювалося, ймовірно, за рахунок поєднання з продуктами кара-

мелізації та реакції меланоїдиноутворення. Вироби з часткою заміни борошна 20 % і 25 % мали гірші зовнішній вигляд і структуру на розломі, дещо ущільнену м'якушку. Це вказує на недоцільність заміни менше 30% пшеничного борошна на КБС. Збільшення заміни пшеничного борошна на КБС (35 %) зумовило погіршення органолептичних властивостей: з'являвся різко виражений специфічний присмак гарбузового насіння та гречки, глибокі тріщини на поверхні, вироби на розломі набували нехарактерного коричневого відтінку. Тому подальше збільшення частки заміни борошна вважаємо недоцільним.

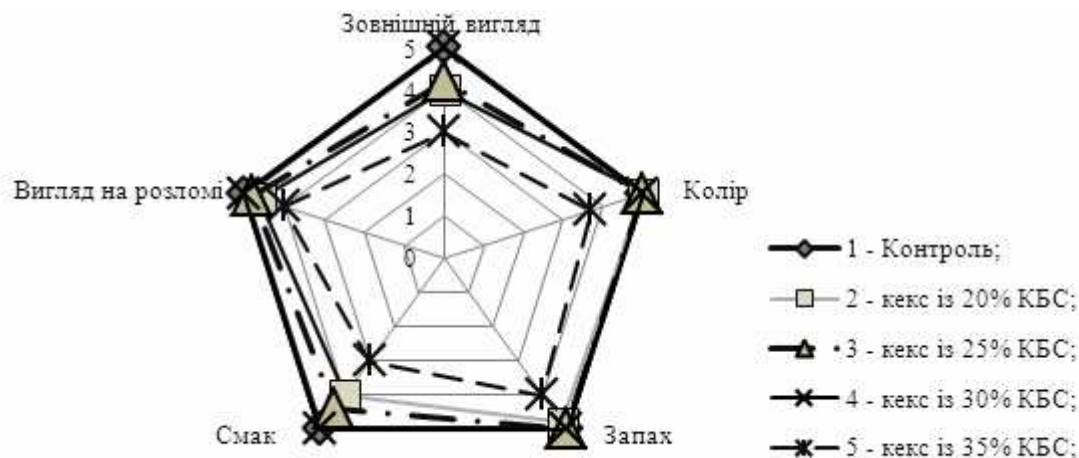
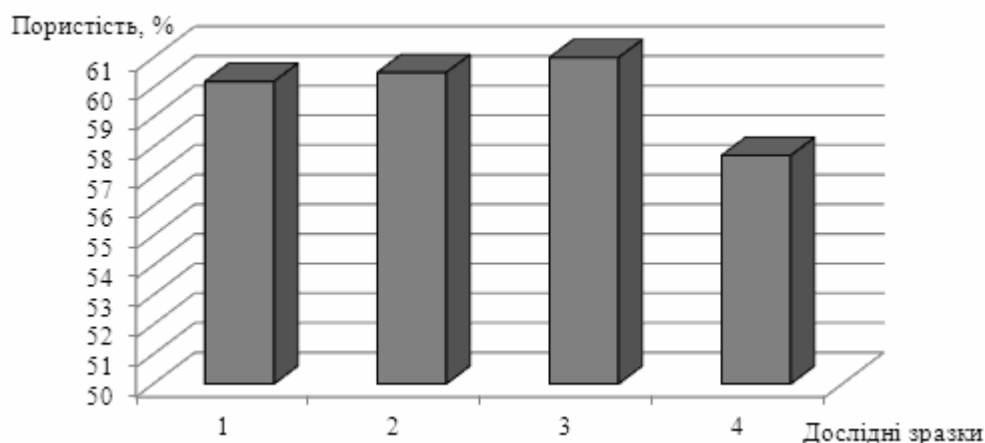


Рис. 1 – Вплив частки заміни пшеничного борошна на КБС із гарбузового насіння та гречки на органолептичні властивості кексів

Нами вивчено вплив частки заміни пшеничного борошна на КБС із гарбузового насіння та гречки у рецептурі на фізико-хімічні властивості кексів. При цьому досліджено зміни показника пористості кексів залежно від кількості внесення КБС (рис. 2). Отримані дані засвідчують, що показник пористості кексів із підвищенням частки заміни пшеничного борошна до 30 % збільшується, хоч і в незначній мірі. Це підтверджується й більшим об'ємом готових виробів, кращою розпушеністю їхньої м'якушки. При частці заміни борошна 35 % (дослідний зразок № 4) значення показника пористості значно зменшується, порівняно з контролем і з іншими дослідними зразками (№ 2 і № 3). Вироби при цьому характеризуються більш щільною м'якушкою та дрібною пористістю. Таким чином, результати дослідження зміни показника пористості кексів у залежності від кількості заміни пшеничного борошна вказують, що оптимальною є частка 30 %. Ці висновки співпадають із результатами органолептичної оцінки виробів.

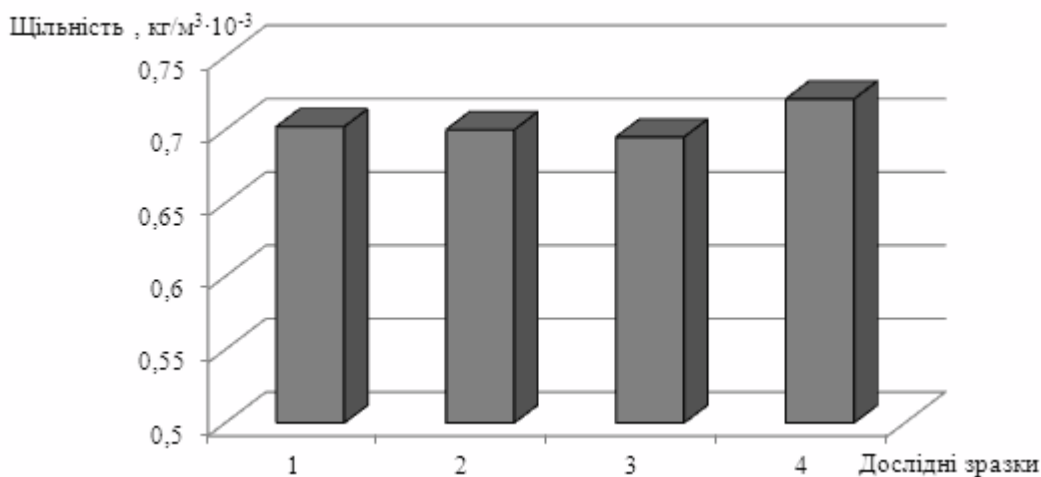


1 – контроль – кекс «Столичний»; 2 – кекс із заміною 25% пшеничного борошна на КБС; 3 – кекс із заміною 30 % пшеничного борошна на КБС; 4 – кекс із заміною 55 % пшеничного борошна на КБС

Рис. 2 – Зміни показника пористості кексів залежно від кількості внесення КБС

Відомо, що показник щільності виробів є оберненою характеристикою до їхньої пористості (рис. 3). Отримані дані засвідчують, що показник щільності кексів із підвищенням частки заміни пшеничного

борошна до 30 % дещо зменшується, порівняно з контролем, проте ці зміни знаходяться в межах довірчого інтервалу 5 %. При уведенні КБС у кількості 35 % замість пшеничного борошна (дослідний зразок № 4) значення показника щільності значно підвищується, порівняно з контролем і з іншими дослідними зразками (№ 2 і № 3). Результати дослідження зміни показника щільності кексів у залежності від кількості заміни пшеничного борошна також засвідчують, що оптимальною є частка 30 %.



1 – контроль – кекс «Столичний»; 2 – кекс із заміною 25% пшеничного борошна на КБС; 3 – кекс із заміною 30 % пшеничного борошна на КБС; 4 – кекс із заміною 55 % пшеничного борошна на КБС

Рис. 3 – Зміни показника щільності кексів залежно від кількості внесення КБС

Висновки. На основі отриманих даних встановлена доцільність і можливість уведення до рецептури кексів КБС із гарбузового насіння та гречки. Результати досліджень зміни органолептичної оцінки, показників пористості, щільності виробів від кількості заміни пшеничного борошна на КБС засвідчили, що оптимальною є частка 30 %. Уведення до рецептури кексів нетрадиційної сировини сприятиме покращенню їхньої харчової цінності, проте може зумовити значні зміни їхньої якості при зберіганні (зокрема ліпідної складової, мікробіологічного стану). Вивчення цих процесів передбачається в перспективі наших подальших досліджень.

Література

1. Иваницкий С.Б. Получение и применение растительных белков из масличных семян [Текст] / С.Б. Иваницкий // Пищевая промышленность. 1991. – № 1. – 24 с. – (Серия «Масложировая промышленность»).
2. Щербаков В. Г. Производство белковых продуктов из масличных семян [Текст] / В.Г. Щербаков, С. Б. Иваницкий. – М: Агропромиздат, 1987. – 152 с.
3. Нестерова О. В. Стандартизация семян тыквы и препаратов из них [Текст]: дисс. ... кандидата фарм. наук: 15.00.02 / О. В. Нестерова. – М.:, 1990. – 148 с.
4. Садыгов К. Д. Научное обоснование и разработка способа выделения семян из тыквенных плодов [Текст]: дисс. ... кандидата техн. наук: 05.18.12 / К.Д. Садыгов – Одесса. – 1998. – 148 с.
5. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст]: справочник; под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
6. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания [Текст] / [коллектив разработчиков под руководством З.Т. Соболевой]. – М.: Экономика, 1985. – 294 с. – (М-во торговли СССР).

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФРУКТОЗИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ТИПУ «СУФЛЕ» ДЛЯ БІСКВІТНИХ ТОРТІВ ТА ТІСТЕЧОК

Дорохович А.М., д-р техн. наук., професор, Мурзін А.В., аспірант, Парашина Н.А., студентка,
Рубан І.В., студентка
Національний університет харчових технологій, м. Київ

В даній роботі встановлено можливість раціонального використання фруктози при виробництві оздоблювальних напівфабрикатів піноподібної структури для тортів і тістечок. Визначено вплив фруктози на технологічні властивості напівфабрикату типу «суфле». Дослідження показали, що сироп на фруктозі потребує тривалішого процесу уварювання, тобто більших теплових затрат. Встановлено, що фруктоза запобігає процесу усихання напівфабрикатів піноподібної структури. Досліджено мікробіологічні показники і виявлено можливість збільшення терміну зберігання виробів.

In this paper the possibilities of rational use of fructose in the production of semi-finishing pinopodibnyyi structure for cakes and pastries. The influence of fructose on the technological properties of semi-finished products such as "souffle." Studies have shown that fructose syrup by boiling requires a longer process, more heat costs. Found that fructose prevents shrinkage process semi spumy structure. Microbiological parameters investigated and found the possibility of increasing the shelf life of products.

Ключові слова: цукор, фруктоза, торт, тістечко, піноподібний напівфабрикат, цукровий діабет.

Серед широкого асортименту кондитерських виробів торти та тістечка користуються підвищеним попитом у всіх верств населення, особливо у дітей.

Торти та тістечка – складні багатокомпонентні біохімічні системи, які складаються з різних випечених і оздоблювальних напівфабрикатів, кожен з яких характеризується власними показниками якості [1].

У торгово мережу торти і тістечка надходять ефектно декоровані, зі смачними прошарками. Для того, щоб довести випечений напівфабрикат до повної готовності необхідно зробити прошарок тортових заготовок або начинку тістечок і провести оформлення верхньої поверхні. Це поліпшить і урізноманітнить смак і аромат тортів і тістечок, додасть їм привабливого зовнішнього вигляду [2].

Торт (від італ. Torta, від ісп. tortilla – корж) – європейський святковий десерт. Торт є традиційною святковою стравою на весіллях та днях народження. Якщо озирнутися на кілька століть назад, то в Росії такого поняття, як торт не існувало. Здавна на Русі пекли весільний коровай. Звичайно, він не був повноправним тортом, але при цьому був найсвятковішим і найпривабливішим пирогом [3]. Традиція весільного короваю збереглася і до сьогодні. Торти в Росію прийшли із Європи [4].

Торт з'явився раніше тістечка. Історія походження тортів, почалася приблизно 2000 років тому. Лінгвісти вважають, що саме слово торт у перекладі з італійської означає "щось вигадливе і хитромудре", і пов'язують його з багатогранним оздобленням.

Є кілька цікавих версій «винайдення» торта. За однією з них, походження перших тортів пов'язано з Італією. Відоме французьке прислів'я «про смаки не сперечаються» по-італійськи звучить – «про торти не сперечаються». Цікаво, що кондитер в Італії називається торта йо – готувальник тортів. За іншою версією традиції приготування солодощів зародилися на Сході: Сонцеподібний Пепіонх (фараон, що жив в Єгипті в 2200 році до нашої ери), напевно, вважався великим ласунчиком, тому що в його гробниці виявили щось, що колись подавалося до столу як десерт.

Як б не була думка про походження перших тортів, не можна не погодитися з тим твердженням, що законодавцем моди у світі десерту є Франція. Саме там, у маленьких кав'ярнях і кафе, з'явившись одного разу, торт, завоював весь світ. Саме французькі кулінари і кондитери протягом багатьох століть диктували тенденції в сервіруванні та оздобленні цього солодкого шедевра.

На сьогоднішній день саме торти є одним із основних десертів, що подаються до столу практично в будь-якій країні світу [5]. Отже, не доводиться дивуватися з того, що багато кондитерських фабрик України роблять свою ставку на цей сегмент ринку кондитерських виробів.

Зараз велика кількість молоді, особливо школярі, за сніданком споживають тістечка з чаєм, молоком, фруктовими соками. Однак існує населення, в тому числі діти, хворі на цукровий діабет, яким звичайні торти та тістечка на цукрі споживати не можна. У країнах Європи кількість хворих на цукровий діабет складає ~ 8 %. В Україні згідно з даними Міністерства охорони здоров'я кількість хворих складає 1млн. 200 тис., тобто 2,6 %. Однак самі медики стверджують, що практично кількість хворих на цукровий діабет

бет більша в 3-4 рази, тому що статистичні дані МОЗ України вказують на кількість хворих, які поставлені на диспансерний облік.

Наведені дані свідчать про необхідність розроблення тортів та тістечок, які можна споживати всім групам населення, в тому числі хворим на цукровий діабет. Аналіз ринку України показує, що найбільшим попитом у населення користуються торти та тістечка з оздоблювальним напівфабрикатом піноподібної структури типу «суфле». Зараз в Україні при виробництві кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет використовується моносахарид фруктоза. Фруктоза має характерні властивості, які суттєво відрізняються від властивостей дисахариду сахарози. Ступінь солодкості фруктози дорівнює 1,5-1,7 од. відносно солодкості сахарози, температура плавлення 103-104 °С, у сахарози – 180 °С, розчинність фруктози на 14 % більша, ніж сахарози. Фруктоза має високу гігроскопічність, вона починає поглинати вологу з навколишнього середовища вже при $\phi = 40-45\%$. В'язкість розчину фруктози нижча за в'язкість розчину сахарози [6]. Фруктоза, на відміну від сахарози, має редукувальні властивості, вона з аміногрупами утворює меланоїдини.

На відміну від сахарози, фруктоза абсорбується з травного тракту людини тільки шляхом пасивної дифузії. Цей процес займає порівняно довгий час. Метаболізм фруктози відбувається швидко і протікає, в основному, в печінці, але також і у стінках кишківника, і в нирках, зважаючи на особливий ланцюг фруктозо-1-фосфата, яка не регулюється інсуліном [7].

Кондитерські вироби на фруктозі доцільно споживати не тільки хворим на цукровий діабет, а й здоровим людям, тому що засвоєння фруктози не потребує гормону інсуліну, що не перевантажує роботу підшлункової залози.

Наведені технологічні властивості фруктози вказують, що вона буде впливати на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сорбційно-десорбційні властивості оздоблювального напівфабрикату піноподібної структури типу «суфле» і тому розроблення технології оздоблювального напівфабрикату на основі фруктози потребує проведення комплексу досліджень.

За базовий зразок була взята така рецептура оздоблювального напівфабрикату: цукор білий кристалічний – 100 г, патока крохмальна – 50 г, білок яєчний (сухий) – 9,0 г, агар-агар – 1,43 г, кислота лимонна – 0,13г.

Проведені дослідження показали, що при заміні цукру на фруктозу не утворюється необхідна структура напівфабрикату типу «суфле». У зразків на фруктозі не відбувалася фіксація структури. Для забезпечення необхідної структури були проведені дослідження зі збільшенням вмісту сухих речовин у фруктозо-агаро-патоковому сиропі з 78 % до 80 %, 82 % та 84 %, але це не дало бажаного результату. При збільшенні вмісту сухих речовин у сиропі консистенція суфле ущільнюється, але структура не фіксується, такий оздоблювальний напівфабрикат не можна використовувати.

Наступним етапом досліджень стало виробництво зразків на фруктозі зі збільшеним дозуванням агару. Були виготовлені зразки із збільшеним дозуванням агару на 10, 20 та 30 %. Структуру оздоблювального напівфабрикату досліджували на пенетрометрі АП-4/2, Результати досліджень наведені на рис. 1.

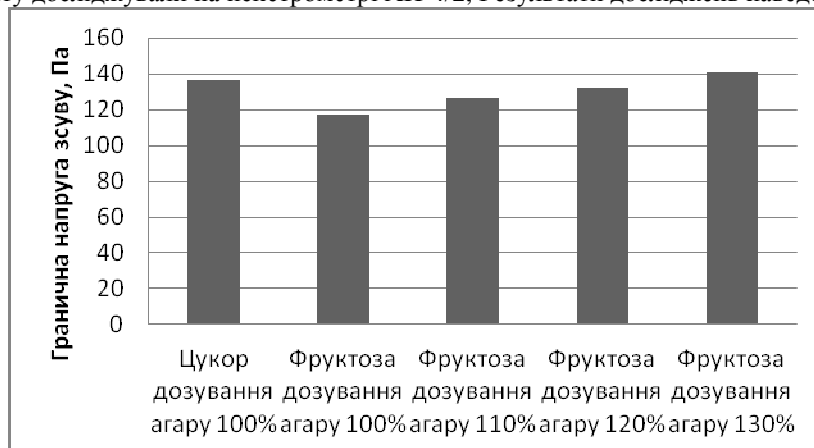


Рис. 1 – Залежність граничної напруги зсуву піноподібної маси від дозування агару

Результати досліджень показали, що раціональне дозування агару для забезпечення необхідної структури, подібної до структури на цукрі, повинно бути збільшене на 30 %.

Виробничий досвід показує, що виготовлений оздоблювальний піноподібний напівфабрикат потребує вистоювання для покращення (зміцнення) структури. Тому було проведено спеціальні дослідження із визначення змін структури оздоблювального напівфабрикату під час вистоювання. Для визначення зміни

структури був використаний портативний голковий гравітаційний пенетрометр, конструкція якого і методика визначення напруги опору були розроблені В.С. Гуцем, О.І. Сидорченко, О. Романенко [8]. Результати проведених досліджень наведені на рис. 2.

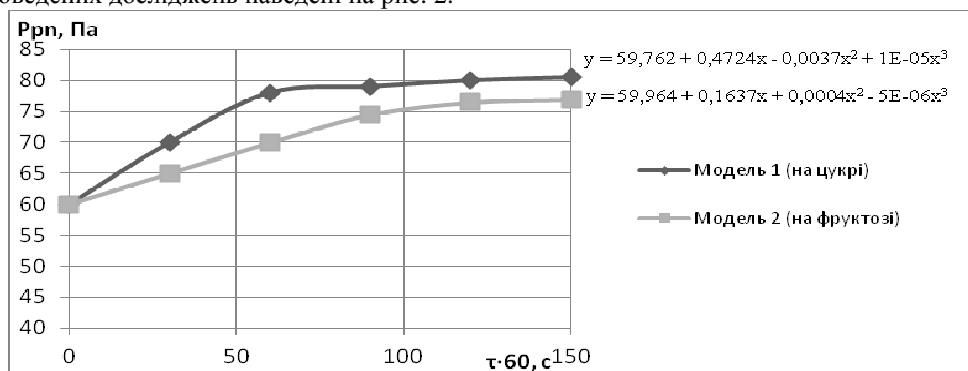


Рис. 2 – Зміна міцності структури напівфабрикату типу «суфле» на цукрі та на фруктозі у процесі вистоювання

Аналіз кривих зміни міцності структури досліджуваних зразків показує, що з початку досліджень сила тертя, яку визначали в Паскалях, у зразків на цукрі та на фруктозі була однаковою. У процесі вистоювання сила тертя збільшується, однак у зразку на фруктозі значно менше, ніж у зразку на цукрі. Так, за 50 хв. вистоювання у зразків на цукрі сила тертя збільшилася на 25 % і дорівнювала 75 Па, а в зразків на фруктозі сила тертя збільшилася на 12 % і дорівнювала 68 Па. Встановлено, що час вистоювання оздоблювальних напівфабрикатів на цукрі складає 90 хв. При подальшому вистоюванні міцність структури напівфабрикату практично не збільшується. Тривалість вистоювання напівфабрикату на фруктозі складає ~ 120 хв. (після 120 хв. міцність теж практично не збільшується і дорівнює 77 Па, на цукрі 80 Па). Однак, міцність структури оздоблювального напівфабрикату 77 Па забезпечує добру фіксацію з випеченим бісквітним напівфабрикатом.

У рецептурі піноподібного напівфабрикату на фруктозі передбачено збільшення дозування агару на 30 %. Цікаво визначити, як зміна рецептури вплине на форми зв'язку вологи напівфабрикатів, виготовлених на фруктозі і на цукрі. На дериватографі Q-1500 були проведені дослідження зразків піноподібного напівфабрикату на цукрі і фруктозі (рис. 3).

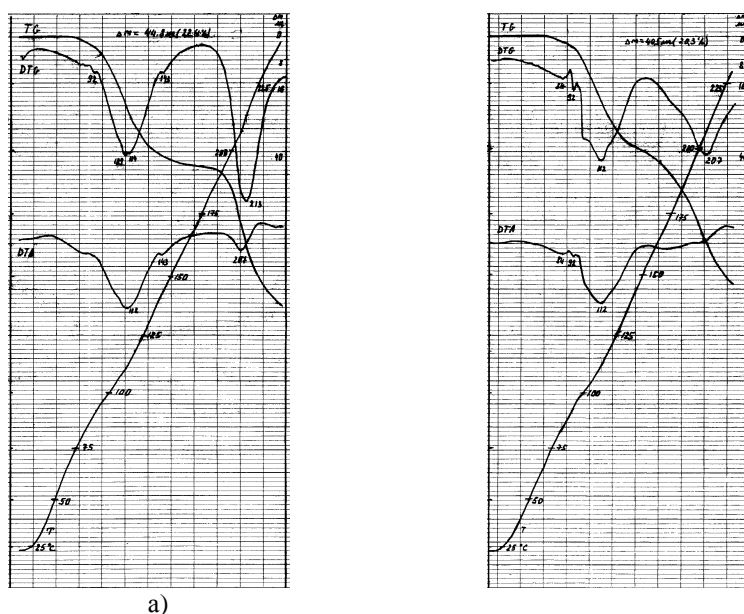


Рис. 3 – Дериватограми прогрівання піноподібних мас на: а) – цукрі білому; б) – фруктозі

Для визначення кількості загальної, вільної та зв'язаної вологи були зроблені такі припущення. Кількість загальної маси визначали як кількість маси, що була відділена при прогріванні зразків до температури 196 °С, тому що при прогріванні більше 196 °С відбувається деструкція хімічного складу зразків.

Вологу, яка відділяється при прогріванні зразків до температури 112 °С, ми пропонуємо розглядати як вільну вологу, а після 112 °С – як зв’язану.

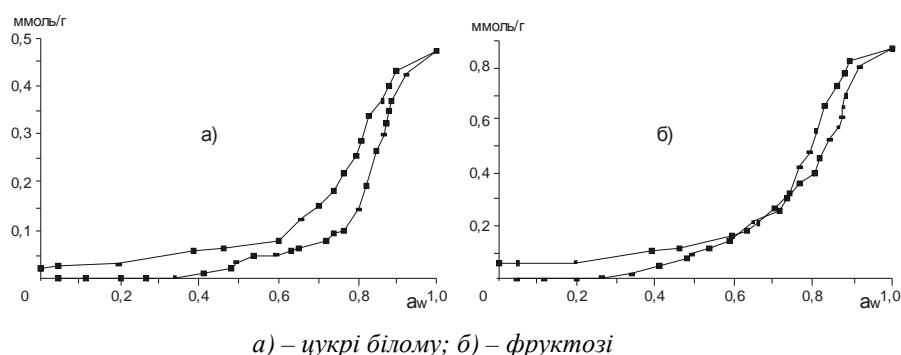
Результати аналізу дериваторам щодо кількості вільної та зв’язаної води наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Кількість вільної та зв’язаної води за аналізом кривих TG = f (t)

Показники	Піноподібна маса виготовлена на основі:	
	цукру	фруктози
Загальна кількість видаленої води, %	22	22
Вільна вода від загальної кількості, %	68,2	54,5
Зв’язана вода від загальної кількості, %	31,8	45,5

Аналіз отриманих даних показав, що у піноподібній масі на цукрі кількість зв’язаної води складає 31,8 %, на фруктозі – 45,5 %. Це пояснюється збільшенням дозуванням агару у зразку на основі фруктози. Вміст вільної води зразка на цукрі на 13,7 % більший, ніж у піноподібній масі на фруктозі. Це вказує на те, що при уварюванні сиропу на фруктозі до вологості 22 %, порівняно зі зразком на цукрі до тієї ж води, тривалість процесу буде збільшуватись, що вимагає більших витрат тепла.

Для визначення впливу фруктози на сорбційні процеси, які відбуваються при зберіганні оздоблювального напівфабрикату (якщо це буде потрібно) і під час взаємодії з випеченим бісквітним напівфабрикатом, були проведені на установці Мак-Бена спеціальні дослідження (рис. 4).



а) – цукрі білому; б) – фруктозі

Рис. 4 – Ізотерми сорбції та десорбції піноподібних напівфабрикатів

При аналізі отриманих результатів ізотерми сорбції були умовно поділені на три зони: I – зона мономолекулярної адсорбції ($a_w = 0-0,25$), II – зона полімолекулярної адсорбції ($a_w = 0,26-0,75$), III – зона капілярної адсорбції ($a_w = 0,76-1,0$) (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст води по зонах ізотерм сорбції

Піноподібний напівфабрикат на основі:	Вміст води по зонах ізотерм сорбції, см ³ /г		
	I ($a_w = 0-0,25$)	II ($a_w = 0,26-0,75$)	III ($a_w = 0,76-1,0$)
цукру білого	0,00-0,00	0,00-0,10	0,10-0,47
фруктози	0,00-0,01	0,01-0,36	0,36-0,87

Аналіз ізотерм сорбції показує, що в зоні мономолекулярної адсорбції оздоблювальний напівфабрикат на фруктозі проявляє сорбційні властивості. Так, при $a_w = 0,25$ вміст рівноважної води складає 0,01 см³/г, оздоблювальний напівфабрикат на цукрі-піску в зоні мономолекулярної адсорбції воду не поглинає. У зоні полімолекулярної адсорбції при $a_w = 0,70$ і $0,75$ у зразках оздоблювальних напівфабрикатів на фруктозі рівноважна вологість дорівнює 0,25 см³/г та 0,36 см³/г. У зразків на цукрі рівноважна вологість відповідно дорівнює 0,8 см³/г та 0,10 см³/г.

Вологість піноподібного оздоблювального напівфабрикату на фруктозі і цукрі-піску однакова – 22 %. Аналіз отриманих даних свідчить, що при зберіганні піноподібного напівфабрикату, виготовленого на цукрі буде спостерігатися виділення води до рівноважного стану, при $a_w = 0,70$ з 22 % до 8 %, а при $a_w = 0,75$ з 22 % до 10 %, тобто буде відбуватись усування (черствіння) напівфабрикату. При використанні фруктози при зберіганні напівфабрикату буде навпаки відбуватись поглинання води, при $a_w = 0,70$ незначне поглинання з 22 % до 25 %, а при $a_w = 0,75$ від 22 % до 36 %.

Ми пропонуємо використовувати оздоблювальний піноподібний напівфабрикат при виробництві бісквітних тортів. Вологість випеченого бісквітного напівфабрикату дорівнює 25 %. Кожна система прагне досягнути рівноважного стану. Тому при зберіганні бісквітних тортів із оздоблювальним піноподібним

напівфабрикатом на цукрі напівфабрикат буде віддавати вологу бісквітному напівфабрикату, при використанні фруктози, навпаки оздоблювальний напівфабрикат буде прагнути зібрати вологу із бісквітного напівфабрикату. При $a_w = 0,70$ переміщення вологи практично не буде, а при $a_w = 0,75$ (рівноважна волога дорівнює 36 %) буде спостерігатись сорбція вологи з бісквітного напівфабрикату. Тому потрібно розробити рецептуру бісквітного напівфабрикату, в якому більша частка вологи буде знаходитися у зв'язаному стані.

Запропонований піноподібний напівфабрикат типу «суфле» має достатньо високу вологість. Вологість 22 % відповідає рівноважному стану напівфабрикату на цукрі при $a_w = 0,80$, на фруктоза при $a_w=0,70$. Це вказує на те, що існують сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів. Нами проведено комплекс досліджень із визначення мікробіологічних показників: КМАФАнМ (КУО/г), СУБ (КУО/г), наявність БГКП у 0,01 г, наявність *S. aureus* у 0,01 г, наявність дріжджів і пліснявих грибів (КУО/г) протягом 3, 6, 9, 13 діб зберігання. Згідно з ДСТУ 4803:2007 термін зберігання тортів і тістечок із оздоблювальними піноподібними напівфабрикатами складає 6 діб. Результати проведених досліджень наведені в табл. 3. Вироби зберігали при $t = 6-8\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi=75\%$.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники напівфабрикату типу «суфле» при зберіганні 13 діб

Мікробіологічні показники	Норма	При зберіганні	
		0 діб	13 діб
КМАФАнМ, КУО/г	на цукрі: $1 \cdot 10^4$	$0,6 \cdot 10^2$	<10
	на фруктозі: $5 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^2$	$0,25 \cdot 10^2$
СУБ, КУО/г	Не нормується	на цукрі: $2,5 \cdot 10^2$	<10
		на фруктозі: $0,2 \cdot 10^3$	<10
Наявність БГКП у 0,01 г	–	Не виявлено	Не виявлено
Наявність <i>S. aureus</i> у 0,01 г	–	Не виявлено	Не виявлено
Наявність дріжджів і пліснявих грибів, КУО/г	на цукрі: 50/100	<10	<10
	на фруктозі: 50/50	<10	<10

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що термін зберігання бісквітних тортів та тістечок з оздоблювальними напівфабрикатами типу «суфле» можна збільшити. Для встановлення терміну зберігання доцільно продовжити дослідження до 30 діб. Крім того, потрібно дослідити зміни мікробіологічних показників у дотичному шарі бісквітно-оздоблювального напівфабрикату. Доцільно провести дослідження не тільки при температурах зберігання, вказаних в ДСТУ, а й при більш високих температурах. Дослідження в цьому напрямку авторами будуть продовжені.

Висновки

— Проведений аналітичний огляд літератури показав, що останнім часом цукровий діабет є найрозповсюдженим ендокринним захворюванням у світі. Торти і тістечка, оздоблені напівфабрикатами піноподібної структури, для хворих на цукровий діабет в Україні не виробляються.

— Нами не було знайдено інформації, яка би вказувала на виробництво тортів і тістечок із напівфабрикатом типу «суфле» для хворих на цукровий діабет за кордоном.

— Встановлено, що оздоблювальний піноподібний напівфабрикат, як на цукрі, так і на фруктозі, для покращення, зміцнення структури потребує вистоювання: на цукрі – 90 хв., на фруктозі – 120 хв.

— Встановлено, що фруктозо-агарово-патоковий сироп має більшу кількість зв'язаної вологи відносно цукрово-агаро-патокового сиропу, тобто потребує збільшення тривалості уварювання, а відтак більших теплових затрат;

— Встановлено, що рівноважна вологість оздоблювального напівфабрикату на фруктозі значно більша ніж на цукрі, наближається до вологості готового піноподібного напівфабрикату, що запобігає процесу усихання (черствіння).

— Проведені мікробіологічні дослідження свідчать про можливість збільшення терміну зберігання;

— Робота має значний соціальний ефект тому, що з'явилась можливість споживати улюблені види тортів і тістечок хворим на цукровий діабет.

Література

1. Аксёнова Л., Кондратьев Н. Исследование качества тортов и пирожных при хранении // Хлебопродукты. 2009. – № 8. – С. 46-48.
2. Пресс-служба редакции. Как изготовить суфле и кремы // Хлебопродукты. 2002. – № 2. – С. 30-32.
3. Пресс-служба редакции. Несколько фактов о тортах // Хлебопекарское и кондитерское дело. 2008. – № 3. – С. 8-9.

4. Ильина О.А. Торты в традиции питания, или как вернуть вкус современным тортам // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – № 12. – С. 6-11.
5. Пресс-служба редакции. В любой стране мира основной десерт к столу – это торт // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. – № 3. – С. 52.
6. Дорохович В.В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: Дис.канд.техн.наук: 05.18.16. – К., 2000. – 215 с.
7. Дорохович В.В. Фруктоза имеет наибольшую сладость среди заменителей сахара // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. – № 1. – С. 38-39.
8. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. математико-статистичні методи досліджень: Курс лекцій для магістрантів. – К.: НУХТ, 2008. – 106 с.

УДК 663.916.1:664.145:532.135

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАСС ДЛЯ НУГИ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Гордиенко Л.В., канд. техн. наук, доцент,
Толстых В.Ю., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведена характеристика восточных сладостей типа нуги, особенности их изготовления. Изучено влияние различных технологических параметров на структурно-реологические свойства масс для нуги, исследовано влияние различной массовой доли ореховой крошки на кинетику кристаллизации нуги. Проведена оценка органолептических показателей исследуемых изделий с применением бальной шкалы.

Ключевые слова: восточные сладости, массы для нуги, структурно-реологические характеристики, вязкость, органолептические свойства, пищевая ценность.

The article describes the characteristics of oriental sweets such as nougat, especially their manufacture leniya. The effect of various process parameters on the structural and rheological properties of the masses for the nougat, the effect of crushed roasted peanut kernels on the kinetics of nougat crystallization. The evaluation of organoleptic characteristics of investigated products using the point scale.

Keywords: oriental sweets, mass for nougat, structural-rheological characteristics, viscosity, organoleptic properties, nutritional value.

Группа восточных сладостей пользуется постоянно растущим спросом у потребителей и включает большое количество разнообразных кондитерских изделий турецкой, закавказской и среднеазиатской кухонь – всевозможные виды печенья, халвы, изделия типа мягких конфет, нуга, рахат-лукум, лукум, карамель из сахарной патоки, орехов и изюма. Анализ рецептур восточных сладостей показал, что обязательной составной частью ингредиентов является специфическое натуральное сырье, произрастающее в странах Востока, отсюда, вероятно, и историческое название этой группы.

Нуга относится к наиболее экзотическим восточным сладостям, издавна славившимся привлекательным внешним видом и оригинальным вкусом. Сырьем для производства традиционной нуги служат сахар или мед, яичные белки, орехи. Консистенция нуги может значительно варьироваться – от легкой до твердой, в зависимости от состава. Для придания нуге различных вкусовых оттенков в изделие добавляют лимонную цедру, корицу, ваниль, сухофрукты, цукаты, шоколад.

Основна нуги – тягучая масса, приготовленная путем сбивания сахаро-паточного сиропа с пенообразователем или добавлением камедей – клеяще-тянущих компонентов. Выделяют два основных вида нуги – белую и коричневую. Белая нуга изготавливается из яичных белков и является мягкой, в то время как коричневую нугу делают на основе карамелизованного сахара и она более твердая, иногда хрустящая [1].

Кондитерскими предприятиями Украины среди новинок, пользующихся большим спросом у потребителей, предлагаются конфеты на основе нуги, покрытые шоколадной глазурью. Ассортимент этих изделий довольно большой: это и однослойные конфеты с различными добавками – нуга ванильная, шоколадная, с изюмом, целыми лесными орехами, клюквой, цукатами, нуга с добавлением шоколадной глазури с эффектом «мраморной поверхности», а также изделия, состоящие из нескольких слоев конфетной массы – нуга-карамель, нуга-желе, нуга-ореховая масса и т.д. [2]. Однако дальнейший рост объемов про-

изводства восточных сладостей сдерживается отсутствием хорошо изученных свойств сырья и технологии приготовления, а также трудоемкостью процесса.

Для усовершенствования технологии нуги в основу исследований было положено изучение влияния различных технологических параметров на структурно-механические свойства массы нуги. В качестве контрольного образца была выбрана рецептура восточных сладостей типа мягких конфет «Нуга ореховая» [3, 4].

К наиболее значимым свойствам во время проведения технологического процесса и выбора способа формования относится, прежде всего, вязкость кондитерских масс. Она представляет собой функцию градиента скорости течения или напряжения сдвига и определяет оптимальное ведение отдельных стадий технологического процесса.

Экспериментальное определение эффективной вязкости массы нуги проводилось на ротационном вискозиметре «Реотест-2» с использованием измерительной системы цилиндров Н/Н. Скорость сдвига составляла $0,1 \text{ с}^{-1}$, температура образцов повышалась от 60 до 110 °С.

В результате исследований установлено, что масса нуги представляет собой вязкую жидкость с присутствием ей свойствами аномалии вязкости. При незначительных скоростях сдвига (до $0,2 \text{ с}^{-1}$) и довольно высоких температурах (порядка 100-110 °С) масса нуги является высокоструктурированной системой (рис. 1). Однако при небольших механических воздействиях – изменении скорости сдвига от 0,2-0,6 с^{-1} , вязкость при прочих равных условиях снижается в 3...10 раз и структура разрушается. А при скоростях сдвига $1,0 \text{ с}^{-1}$ и более степень разрушения структуры возрастает, при этом ее связи не успевают восстанавливаться из-за быстроты процесса, и эффективная вязкость уменьшается до предельного значения вязкости, отвечающей полному разрушению структуры, уже не зависящей от напряжения сдвига и градиента скоростей в условиях стационарного потока.

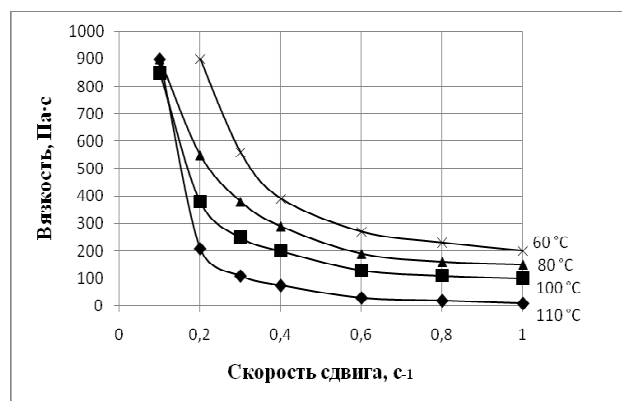


Рис. 1 – Зависимость вязкости массы нуги от скорости сдвига при изменении температуры от 60 до 110 °С

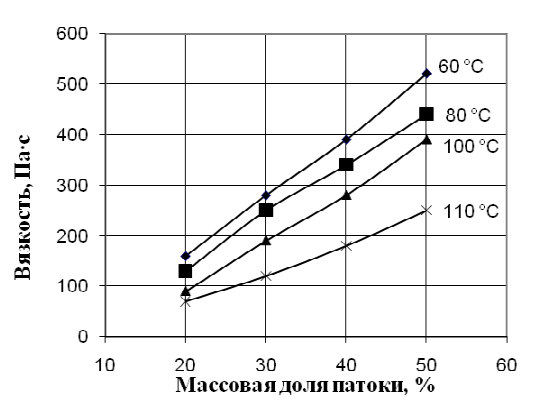


Рис. 2 – Зависимость вязкости массы нуги от массовой доли патоки в образцах при изменении температуры от 60 до 110 °С

Массу нуги можно назвать сплавом веществ, в котором разрозненно распределены молекулы воды, молекулы сахарозы, глюкозы, мальтозы, белков и других веществ, входящих в состав нуги, которые имеют компактную упаковку частиц, связанных силами молекулярного взаимодействия. Эти силы достаточно велики, о чем свидетельствует высокая вязкость массы нуги. Однако такая компактная упаковка разнородных частиц не имеет ничего общего с кристаллической упаковкой, так как жидкости не обладают кристаллической решеткой ни при каких условиях своего состояния [5].

Это подтверждается результатами исследований (рис. 2) изменения вязкости массы нуги при внесении различных массовых долей патоки и изменении температуры от 60 до 110 °С. С увеличением массовой доли патоки в 2,5 раза (от 20 до 50 % к общей массе нуги) вязкость увеличивается в 4 раза при скорости сдвига $0,4 \text{ с}^{-1}$ и температуре 100 °С, при этом повышается пластичность массы, что способствует получению необходимой структуры изделий. Подобный характер поведения масс объясняется повышением содержания в исследуемых образцах высокомолекулярных углеводов (декстринов), вносимых с патокой, что приводит к увеличению вязкости массы нуги при прочих равных условиях.

Температура также оказывает существенное влияние на реологические свойства кондитерских масс нуги. С повышением температуры исследуемых образцов силы взаимодействия между их составными частями ослабевают и эффективная вязкость заметно уменьшается, так для образца с массовой долей патоки 50 % при повышении температуры массы от 60 до 110 °С эффективная вязкость снижается в 2,1 раза.

Анализ результатов исследований подтверждает, что изменение реологических свойств массы нуги связано с изменениями агрегатного состояния уваренного сахаро-паточного сиропа, сбитого с яичным

белком, его переходом из жидкого в пластичное и из пластичного в твердое состояние. При сбивании уваренного до массовой доли сухих веществ не более 94 % сахаро-паточного сиропа с пенообразователем при высоких температурах 100-110 °С происходит фиксирование пенной массы путем равномерного заполнения воздушных пространств между пузырьками сбитой массы уваренным сахаро-паточным сиропом. При установленных высоких температурах адсорбированный в пленках яичный белок коагулирует, образуя прочные пленки, что способствует образованию пышной сбитой массы нуги.

Исследовано влияние дробленых жареных ядер арахиса на кинетику кристаллизации нуги, которую определяли величиной предельного напряжения сдвига при различной массовой доле добавки (рис. 3).

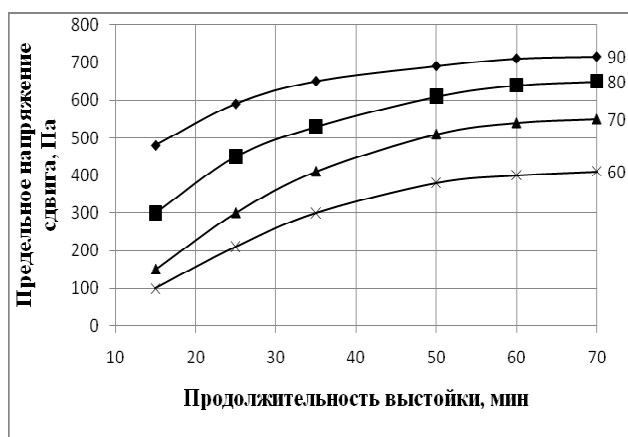


Рис. 3 – Зависимость предельного напряжения сдвига от продолжительности выстойки нуги при различном содержании дробленых жареных ядер арахиса

Измельченные жареные ядра арахиса способны удерживать влагу, увеличивают вязкость, пластичность массы, снижают поверхностное натяжение между твердой и жидкой фазами, снижают величину поверхностной энергии на границе кристалл-масса нуги, и, концентрируясь на поверхности зародышей, ускоряют процесс кристаллизации.

Внесение добавок на тонкий слой охлажденной сахаро-паточно-белковой массы позволяет исключить необходимость перемешивания массы, тем самым избежать разрушения воздушных пузырьков, образовавшихся во время сбивания массы, и обеспечить равномерное распределение внесенной добавки. Рекомендуемая массовая доля дробленых жареных ядер арахиса составляет 80 % к общей массе нуги при темпера-

туре формования 60 °С. При данной температуре структура нуги остается в аморфном, пластическом состоянии, позволяющем производить формование массы на ирисоформирующих агрегатах.

Для органолептической оценки полученных изделий была применена балльная шкала. Качество нуги оценивали по следующим показателям: внешний вид, форма, вкус, цвет, вид в изломе. Степени качества разделяли на: удовлетворительно (от 1,0 до 2,0), хорошо (от 2 до 2,5) и отлично (от 2,5 до 3,0). Качество изделий определяли в соответствии с суммой накопленных баллов: удовлетворительно (10...19), хорошо (20...24) и отлично (25...30). Если хотя бы один из показателей не оценивался даже на единицу (удовлетворительно), то изделие признавалось некачественным.

В результате проведенной экспертной оценки (рис. 4) было подтверждено, что образец с внесением 80 % дробленых жареных ядер арахиса имел наилучшие показатели – хороший внешний вид, правильную форму, приятный ореховый вкус и аромат, мелкокристаллическую консистенцию с вкраплениями частиц дробленого ореха, свойственные данному виду изделий.

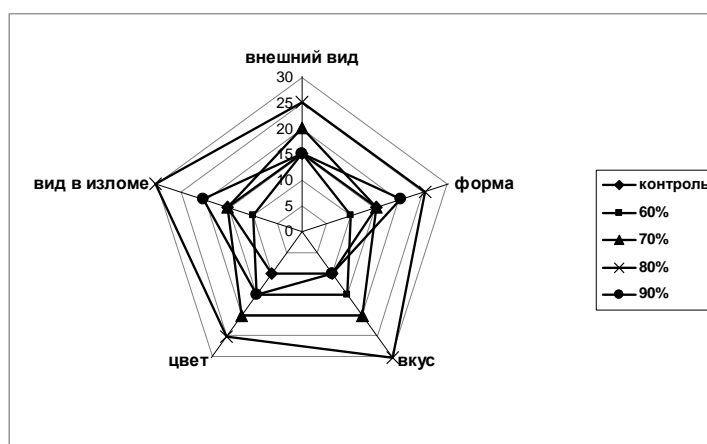


Рис. 4 – Влияние содержания дробленых жареных ядер арахиса на органолептические показатели нуги

В результате комплекса проведенных исследований была усовершенствована технология и разработана рецептура нуги «Солнечная», что позволило расширить ассортимент восточных сладостей типа мягких конфет, а использование орехового сырья дало возможность повысить пищевую и биологическую ценность, улучшить органолептические свойства нуги.

Литература

1. Рынок восточных сладостей в Москве // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2009. – № 12. – С. 32-33.
2. Иоргачева Е.Г. Перспективы производства низкосахаристых восточных сладостей на рынке Украины / Иоргачева Е.Г., Гордиенко Л.В., Толстых В.Ю., Аветисян К.В. // Пищевая наука и технология. – 2012. – № 1. – С. 3-5.
3. Могильный М.П. Восточные сладости (технология, рецептуры, рекомендации). – М.: ДеЛи принт, 2002. – 148 с.
4. Технологічні інструкції по виробництву східних солодоців. – Київ, 1996.
5. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 216 с.

УДК [664.144:664.858]:664.162.8-96

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА НА ГЛИКЕМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ПАСТИЛО-МАРМЕЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Данилова Е.И., канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,
Аветисян К.В., ассистент

Одесская национальная академия пищевых технологий

В работе представлены результаты исследования изменения скорости накопления глюкозы при расщеплении диетического желеинового мармелада под действием пищеварительных ферментов. Показана возможность снижения гликемического индекса готовых изделий при использовании полидекстрозы в технологии диетического мармелада.

The results of research changing speed of accumulation glucose are in-process presented at breaking up of dietary jelly fruit under the action of digestive enzymes. Possibility of decline of glikemicheskii index of prepare wares is shown at the using of polidekstroz in the technology of dietary fruit jellies.

Ключевые слова: гликемический индекс, фруктоза, полидекстроза, двухслойный мармелад.

Кондитерские изделия (КИ) являются неотъемлемым и излюбленным компонентом пищевого рациона всех категорий населения благодаря приятному сладкому вкусу и привлекательному аромату. При этом они относятся к высококалорийным и легкоусвояемым пищевым продуктам. Уровень потребления КИ в развитых странах достигает 18 – 20 кг на человека в год [1]. Эти изделия характеризуются высокой энергетической ценностью (260 – 550 ккал на 100 г продукта), которая обусловлена главным образом содержанием легкоусвояемых углеводов (18 – 98) % в таких изделиях как карамель, ирис, помадные конфеты, мучные КИ. Энергетическую ценность шоколада, халвы, некоторых видов конфет и мучных КИ повышает жир (до 38) %. Некоторое количество белка (от 5 до 13) % содержится преимущественно в халве, мучных КИ, а также в изделиях с включением орехов и какаопродуктов, которые, тем не менее, не достаточно сбалансированы по аминокислотному составу. При этом содержание влаги в КИ находится в пределах от 1 до 20 % [2]. Поэтому чрезмерное потребление КИ может приводить к избыточной массе тела и ожирению – ведущим факторам риска таких заболеваний как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сахарный диабет.

Другим существенным недостатком КИ является то, что они не содержат или содержат в незначительных количествах такие важные компоненты пищевого рациона как витамины, минеральные вещества, а также пищевые волокна.

Однако, предпочтение сладкого генетически детерминированная особенность человека, которая иногда сильнее аргументов против него. При этом потребитель сегодня стал намного требовательнее и стремится получать удовольствие без вреда для здоровья. Совершая покупку, он взвешивает ее целесообразность, менее подвержен эмоциям, ориентируется не только на цену, но и тщательно анализирует инфор-

мацію о составе каждого приобретаемого товара. Традиционное отношение к кондитерским изделиям в значительной степени изменилось под влиянием современных теорий здорового питания, пропагандирующих снижение потребления сахара и жира, использование натурального сырья и функциональных ингредиентов.

На этом фоне выгодно отличаются пастило-мармеладные изделия (ПМИ), которые в последнее время принято относить к полезным и "правильным" лакомствам. Для получения студнеобразной консистенции в их рецептурный состав обязательно входят желирующие компоненты. Так, при производстве фруктового мармелада используется фруктово-ягодное пюре с высокой студнеобразующей способностью, а для получения фруктово-желейного или желейного в качестве студнеобразователей используют такие полисахариды как агар, пектин, фуцеларанн, каррагенан. Эти желирующие компоненты, являясь растворимыми пищевыми волокнами, обладают лечебно-профилактическими (радиопротекторными, пребиотическими и т.д.) свойствами и придают изделиям функциональную направленность. Кроме того ПМИ не содержат в своем составе жиров, и относятся к группе КИ с наименьшей энергетической ценностью (260-320 ккал).

Однако в связи с недостатком качественного фруктово-ягодного сырья на рынке в основном представлен желейный мармелад, основным недостатком которого остается высокое содержание сахара.

На основании проведенных ранее исследований разработана рецептура диетического двухслойного мармелада без сахара. Для этого в рецептуре двухслойного мармелада «Южный» полностью заменяли сахар смесью из фруктозы и полидекстрозы [3]. Соотношение фруктозы и полидекстрозы рассчитывали исходя из их коэффициентов сладости (1,73 для фруктозы и 0,1 для полидекстрозы) так, что бы суммарный коэффициент был равен 1 и изделия имели привычные для потребителя вкусовые свойства. Применение полидекстрозы, обладающей свойствами загустителя, позволяет обеспечить получение заданных технологических характеристик и структурных свойств продукта [4].

Помимо сахарозы углеводный состав желейного мармелада представлен простыми сахарами (глюкозой, мальтозой) и декстринами патоки, а также агаром, который относится к неусвояемым углеводам. Изменение рецептурных компонентов приводит к модификации углеводного состава, а именно, увеличению содержания моносахаридов (за счет фруктозы) и неусвояемых углеводов представленных полидекстрозой, которая проявляет свойства растворимых пищевых волокон и только частично усваивается в желудочно-кишечном тракте. Известно [5], что все углеводы, поступающие в организм, под действием ферментов расщепляются до глюкозы и всасываются в кровь. При этом стабильность неусвояемых углеводов зависит от их строения, конформаций отдельных мономерных единиц и характера связи между ними. Поступающая в кровь глюкоза окисляется для получения энергии, а излишек превращается в гликоген.

Для изучения диетических свойств мармелада проводили полный гидролиз исследуемых образцов под действием пищеварительных ферментов. При этом определяли количество накапливаемой глюкозы [6]. Установлено (рис. 1), что как для желейного, так и для сбивного слоя контрольные образцы на сахаре характеризуются более интенсивной скоростью накопления глюкозы – 58,2 мг/мл-мин для желейного и 83,9 мг/мл-мин для сбивного слоев. По мере накопления глюкозы в растворе и уменьшения количества фермента через 150 мин процесс постепенно замедляется. В образце желейной массы на фруктозе на первом этапе с поверхности быстро выделяется простой сахар, а затем процесс замедляется, поскольку в глубине слоя фруктоза оказывается ассоциированной с агаридными компонентами и ее выделение идет более медленно. Скорость накопления глюкозы достигла максимального значения 14,09 мг/мл-мин и в интервале 130-150 мин. В образцах с полидекстрозой высвобождение простых сахаров затруднено. Это можно объяснить тем, что во время процесса пищеварения полидекстрины способны замедлить всасывание простых углеводов, удерживая простые сахара. При этом высвобождение их как из желейного, так и из сбивного слоя происходит постепенно, на что указывает характер кривых на рис.1. Поэтому можно прогнозировать, что в результате этого всасывание глюкозы из тонкого кишечника в кровь будет замедляться, вследствие чего уменьшается инсулярная нагрузка.

Для сбивного слоя на фруктозе скорость накопления составила 23 мг/мл-мин в интервале 130-180 мин. Сбивной слой с комплексом из фруктозы и полидекстрозы обладает несколько меньшей скоростью накопления глюкозы по сравнению с образцом на фруктозе, которая составляет 10,99 мг/мл-мин, в течение 140-180 мин.

Отличительной особенностью сбивного слоя является мелкопористая структура, образованная в результате насыщения мармеладной массы воздухом (в присутствии пенообразователя – яичного белка). Объемная концентрация воздушной фазы (20 – 30) %, а также высокая степень дисперсности облегчает доступность образца при ферментативной атакуемости. Возможно поэтому в сбивном слое скорость накопления глюкозы несколько выше, чем в желейном.

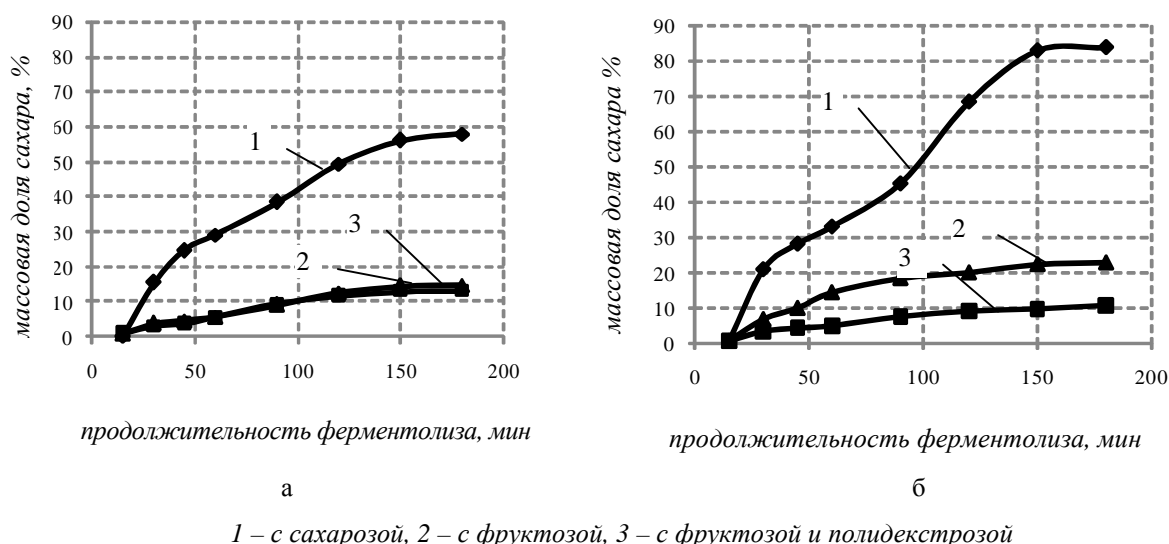
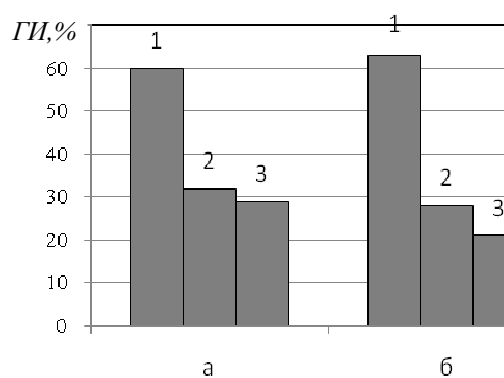


Рис. 1 – Влияние углеводного состава на кинетику накопления глюкозы при ферментации: желеинового слоя – а, сывиночного слоя – б

Кроме того, количественной характеристикой, позволяющей оценивать тип и скорость усвоения, как отдельного углевода, так и пищевого продукта с углеводной компонентой, является гликемический индекс, который отражает способность углеводов пищи повышать уровень глюкозы в крови [7]. Традиционно считалось, что простые сахара, (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза и др.) быстро всасываясь в кишечнике, вызывают резко выраженный подъем уровня глюкозы и инсулина в крови, в то время как другие полимерные фрагменты на основе сахаров, с учетом многоэтапности и сложности гидролиза, вызывают медленную и менее выраженную гликемическую реакцию крови.

Последующие экспериментальные исследования показали, что гликемическая реакция на пищу действительно далека от той, которую можно было предположить, основываясь на составе ее углеводов, она специфична для конкретного пищевого продукта, и может быть определена лишь экспериментально для каждого из них [7].



1 – с сахарозой, 2 – с фруктозой, 3 – с фруктозой и полидекстрозой

Рис. 2 – Влияние углеводной составляющей желеинового (а) и сывиночного (б) масс на гликемический индекс

Гликемический индекс – безразмерная величина, от 0 до 100, которая ранжирует углеводы и углеводсодержащие продукты по степени и характеру изменения кривой уровня глюкозы крови в ответ на употребление того или иного продукта.

Гликемический индекс (ГИ) исследуемых образцов рассчитывали по методу [8], который заключается в определении количества глюкозы накапливаемой в процессе расщепления продукта в системе *in vitro* (рис. 2).

Так, замена сахара на фруктозу позволяет в 2 раза снизить ГИ как желейного, так и сбивного слоев, который составляет 32 ед. и 28 ед. соответственно, что можно объяснить низким значением ГИ фруктозы (ГИ = 19) по сравнению с сахарозой (ГИ = 75). Внесение полидекстрозы в рецептуру диетического мармелада на фруктозе, способствует уменьшению значений ГИ еще на 10 % для желейного слоя и на 25 % для сбивного. Этому может способствовать как низкое значение ГИ полидекстрозы (ГИ = 6), так и тот факт, что она проявляет свойства пищевых волокон, содержание которых в продукте способно замедлять скорость высвобождения и накопления глюкозы [9,10]. Очевидно, плохоусвояемая полидекстроза способна замедлять всасывание простых сахаров, частично адсорбируя их на поверхности, а также благодаря способности к адсорбции на поверхности ферментных систем, которые благодаря иммобилизации способны с одной стороны, более полно гидролизовать углеводные компоненты, а с другой, процесс замедляется и выделение мономеров, а соответственно процессы всасывания, происходят пролонгировано. Некоторые различия гликемических индексов желейного и сбивного слоев с аналогичным углеводным составом, очевидно, объясняются содержанием в рецептуре сбивной массы белка, который оказывает влияние на формы связей, изменяя тем самым способность к высвобождению глюкозы.

Другой важной характеристикой пищевого продукта, которая может изменяться при модификации углеводного состава является его энергетическая ценность, характеризующаяся количеством энергии высвобождающейся из него в процессе окисления. Исходя из того что полидекстроза обладает очень низкой калорийностью (1 ккал/г), нами была рассчитана энергетическая ценность разработанного двухслойного мармелада, которая составила 253,6 ккал, что на 21 % ниже чем контрольного образца на сахаре.

Таким образом, изменение углеводного состава двухслойного желейного мармелада, при использовании таких сахарозаменителей как фруктоза с полидекстрозой, позволяет существенно снизить их ГИ, что является важным как для людей с нарушениями обмена веществ, так и для тех, кто стремится вести здоровый образ жизни.

Литература

1. [www.consulting – abv.ru](http://www.consulting-abv.ru)
2. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. Сирохман І.В., Завгородня В.М. К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
3. Пат. 57690 Україна, МПК А23G 3/34, А23L 1/06.Композиція інгредієнтів дієтичного мармеладу «Цитрон»/ Іоргачова К.Г, Аветисян К.В., Макарова О.В.; Заявл. 02.08.2010; Опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6, – 4 с.
4. Иоргачева Е.Г. Структурно-реологические свойства диетического мармелада / Иоргачева Е.Г., Толстых В.Ю., Аветисян К.В. // Зб. наук.пр. ОНАХТ. 2009. – Вип. 36. – С.131 – 134.
5. Мартинчик А.Н. Физиология питания, санитария и гигиена. Королев А.А., Трофименко Л.С. Москва. 2000. – 192 с.
6. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред Скурихина И.М., Тутельяна В.А. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.
7. Гаппаров М.М. Временные параметры усвоения углеводов в организме / Гаппаров М.М., Вировец О.А., Антонова Ж.В. // Вопросы питания. 1997. – №2, – С. 3 –9.
8. А.С. № 1337765. Гаппаров М.Г, Никольская Г.В., Соколов А.И. Способ определения гликемического индекса пищевых продуктов по глюкозе. 1987.
9. Капельянец Л.В., Іоргачева К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
10. Шубина О.Г. Пищевые ингредиенты как заменители сахара/ Кочеткова А.А. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2006. – № 2. – С. 24 – 27.

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРЕБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Левицький А.П., д-р біол. наук, професор, Гулавський В.Т., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Селіванська І.О., канд. техн. наук,
Науково-виробнича асоціація «Одеська біотехнологія», м. Одеса

Запропоновано біологічний (ферментативний) метод визначення пребіотичних властивостей продуктів функціонального харчування in vivo, що передбачає використання лабораторних тварин, у яких заздалегідь відтворюють стан дисбіозу (дисбактеріозу) шляхом введення антибіотика лінкоміцина. В присутності пребіотиків індигенні, пробіотичні види мікроорганізмів легко переносять дію антибіотиків, що попереджує розвиток дисбіозу. За ступенем зниження рівня дисбіозу можна визначити пребіотичні властивості продуктів функціонального харчування.

Is proposed the biological (fermentative) method of determining the prebiotic properties of the products of functional nourishment in vivo, which provides for the use of the laboratory animals, in which they previously simulate the state of disbiosis (dysbacteriosis) by the introduction of the antibiotic of lincomycin. In the presence of prebiotics the indigenous, probiotic forms of microorganisms easily withstand the action of antibiotics, which prevents the development of disbiosis. According to the degree of a decrease in the level of disbiosis it is possible to determine the prebiotic properties of the products of functional nourishment.

Ключові слова: продукти функціонального харчування, пребіотичні властивості.

Пребіотики – це речовини, які забезпечують ріст пробіотичних видів бактерій в організмі людини, що попереджує розвиток дисбіозу. Наявність таких речовин у складі продуктів функціонального харчування (ПФХ) дає можливість підтримувати в нормальному стані фізіологічну мікробну систему організму.

В основу запропонованого методу визначення пребіотичних властивостей ПФХ покладено здатність останніх знижувати ступінь дисбіозу кишечника або іншої тканини після експериментального відтворення цього патологічного стану, використовуючи для його оцінки ферментативний експрес-метод, що передбачає визначення співвідношення відносних активностей уреазі і лізоциму [1].

Запропонований метод біологічної оцінки пребіотичних властивостей ПФХ дозволяє проводити скринінгові дослідження рослинної і тваринної сировини на наявність таких властивостей, визначити вплив на цей показник технологічних процесів переробки і зберігання.

Для задоволення фізіологічних потреб їжа людини повинна містити більше 600 речовин, що чинять дію на енергетичну, метаболічну, регуляторну, секреторну і психо-емоціональну системи [2]. Усі ці речовини, потрапляючи в організм, займають певне місце в складному гармонійному механізмі біохімічних процесів. 96 % отримуваних з їжею хімічних сполук мають певні лікувально-профілактичні властивості. Тому, від того, в якій кількості і в якому співвідношенні ці речовини містяться в раціоні, залежить стан нашого здоров'я, рівень розумової і фізичної працездатності, тривалість життя [3-5].

Продукти харчування, що задовольняють ці вимоги, не завдають шкоди при постійному вживанні здоровими людьми або ті, що чинять лікувально-профілактичну дію у осіб хворих або схильних до того або іншого захворювання, носять назву функціональних [6].

Найбільш важливим видом ПФХ, який значною мірою визначив і саму назву «функціональний продукт» [6], безумовно, є продукти, що містять пребіотики [7].

Усунення явищ дисбіозу (дисбактеріозу) в кишечнику, порожнині рота, піхві зумовлює передусім успіх у лікуванні захворювань цих органів і дає всі шанси уникнути цих захворювань надалі.

За своєю хімічною природою більшість пребіотиків є олігоцукрами, що не розщеплюються травними ферментами макроорганізму. Це дає їм можливість доходити до товстої кишки, де вони піддаються гідролізу з подальшою утилізацією пробіотичними бактеріями [8]. До таких олігоцукрів належать олігоцукри молока, галактоцукри сої і гороху, поліфруктозиди цикорію і топінамбура [7].

Включення таких олігоцукрів до складу харчових продуктів робить останні функціональними, тобто здатними стимулювати зростання пробіотичної мікрофлори і підтримувати стан фізіологічної мікробної системи.

Для визначення пребіотичних властивостей ПФХ є два шляхи: хімічний аналіз продукту на вміст олігоцукрів, що не розщеплюються травними ферментами, які виробляються підшлунковою залозою і кишковими залозами, і мікробіологічна оцінка з використанням культур пребіотичних бактерій [9].

Визначення пребіотичних олігоцукрів вимагає виконання дуже трудомістких, тривалих і дорогих процедур з використанням складного хроматографічного устаткування. Оцінка кількості пребіотиків щодо їх впливу на зростання пребіотичної мікрофлори – також дуже тривала і украй неточна процедура, що вимагає наявності мікробіологічної лабораторії [10, 11].

Іншими словами, методи визначення вмісту пребіотиків і способи оцінки їх пребіотичних властивостей залишаються на сьогодні актуальними.

Метод визначення пребіотичних властивостей ПФХ *in vivo* передбачає використання лабораторних тварин (найчастіше щурів або мишей). Заздалегідь у тварин відтворюють стан дисбіозу (дисбактеріозу) шляхом введення антибіотика лінкоміцина [12]. Цей антибіотик пригнічує ріст великого числа мікробів і, в першу чергу, пребіотичних (біфідумбактерій і лактобацил) [13].

У присутності пребіотиків індигенні, пребіотичні види мікроорганізмів легко переносять дію антибіотиків, що попереджує розвиток дисбіозу.

За ступенем зниження рівня дисбіозу можна визначити пребіотичні властивості ПФХ [14].

В основі ферментативного методу лежить розуміння того, що дисбіоз – це результат взаємодії антимікробних систем макроорганізму з мікробами, наприклад, порожнини рота. Показником стану антимікробних систем може бути лізоцим (КФ 3.2.1.17), активність якого тісно корелює з рівнем неспецифічних і навіть специфічних антимікробних чинників макроорганізму.

Зміна активності лізоциму в слині в порівнянні з рівнем цього ферменту у здорових людей свідчить про посилення або послаблення антимікробних сил, що може вказувати на стан адаптивної реакції макроорганізму.

Для оцінки ступеня обсіменіння ми рекомендуємо використовувати визначення активності ферменту уреазу, який не виробляється соматичними клітинами, але синтезується низкою рослинних клітин і більшістю бактерій, особливо тих, що відносяться до умовно патогенних і патогенних.

При виключенні з раціону сирих бобів інша їжа не може ніяким чином вплинути на активність уреазу слини, яка цілком залежить від чисельності мікробів порожнини рота. Порівнюючи уреазну активність досліджуваного зразка з аналогічним показником у здорових осіб, судять про підвищення або зниження мікробного обсіменіння порожнини рота.

Для розрахунку ступеня дисбіозу (СД) необхідно визначити співвідношення відносних активностей уреазу ($U_{відн}$) і лізоциму ($L_{відн}$):

$$СД = \frac{U_{відн}}{L_{відн}}$$

У нормі у здорових людей показник СД завжди дорівнює 1. При порушенні мікробіоценозу показник СД буде більше 1. Чим більше виражений дисбіоз, тим вище значення цього показника.

Ферментативний метод визначення ступеня дисбіозу складається з 4-х етапів.

1. Приготування гомогенату досліджуваних тканин.

Навіску тканини (слизові оболонки тонкого або товстого кишечника, слизова оболонка язика, щоки або інших тканин) гомогенізують в 0,9 % розчині хлористого натрію (навіски тканин 20-100 мг/см³). Для дослідження беруть надосадочну рідину, що отримується після центрифугування гомогенату в рефрижераторній центрифугі при 3000 г впродовж 15 хв (температура +4 °С).

2. Визначення активності уреазу.

Метод заснований на здатності уреазу розщеплювати сечовину з утворенням аміаку, який кількісно визначають за допомогою реактиву Неслера.

У пробірки розливають по 0,4 см³ розчину сечовини, потім додають 0,2 см³ гомогенату, ретельно перемішують, термостатують (1 год, 37 °С), після чого додають 4,4 см³ дистильованої води і 1 см³ реактиву Неслера. Паралельно з експериментальними ставлять контрольні проби на кожен зразок (4,4 см³ води, 0,4 см³ розчину сечовини, 1 см³ реактиву Неслера, 0,2 см³ гомогенату). Контрольні проби не інкубують.

Усі проби (контроль і експеримент) центрифугують (2500 г, 20 хв). Вимірюють екстинкцію на ФЕК ($\lambda=440$ нм) проти контролю на реактиви (4,4 см³ води, 0,4 см³ сечовини, 0,2 см³ фізіологічного розчину, 1 см³ реактиву Неслера). Активність уреазу розраховують за формулою:

$$U_{експ} = \frac{E_{експ} - E_{к}}{K \times 60 \times 0,2} \times 1000, \text{ мкмоль/хв} \times \text{л, де}$$

$E_{експ}$ – екстинкція експериментальної проби;

$E_{к}$ – екстинкція контрольної проби;

K – коефіцієнт перерахунку в мкмолі NH₄;

60 – час, хв;

1000 – розрахунок на 1 л гомогенату.

3. Визначення активності лізоциму бактеріолітичним методом Горіна та ін. у модифікації Левицького і Жигіної.

Метод заснований на здатності лізоциму лізувати (розчиняти) ряд бактерій і, зокрема, клітини *Micrococcus lysodeikticus* (стандартний штамп 2665). Як субстрат використовують суспензію ацетонового порошку цих бактерій у фосфатному буфері. Для цього 10 мг ацетонового порошку суспендують в 50 см³ 0,1 М фосфатного буфера з рН 6,2, використовуючи гомогенізатор (2500 g).

У кювету спектрофотометра, забезпеченого термостатуючим пристроєм для підтримки температури +30 °C(±0,1 °C), вносять 3,0 см³ субстрату, прогрівають до +30 °C впродовж 5-6 хв, додають 0,1 см³ гомогенату, акуратно перемішують безпосередньо в кюветі і включають секундомір. Показники знімають при λ=570 нм на 1-й, 3-й і 6-й хв інкубації. Активність лізоциму розраховують за формулою:

$$L_{\text{експ}} = \frac{\Delta E \times 3,1 \times n \times 1000}{\Delta t \times 0,1}, \text{ де}$$

$L_{\text{експ}}$ – активність лізоциму в од/л (зміна оптичної щільності на 1 одиницю за 1 хв);

ΔE – різниця екстинкцій на 6-й і 1-й або на 3-й і 1-й хв;

n – розведення гомогенатів (за необхідності);

Δt – час бактеріолізу (5 або 2 хв).

4. Визначення відносних активностей уреазі і лізоциму.

У лабораторіях, що займаються вивченням дисбіозу, необхідно мати достовірні дані щодо активностей уреазі і лізоциму у здорових тварин відповідного віку і статі.

Використовуючи середні результати визначень активності уреазі ($Y_{\text{контр}}$) і лізоциму ($L_{\text{контр}}$), розраховують відносні активності цих ферментів:

$$Y_{\text{відн}} = \frac{Y_{\text{експ}}}{Y_{\text{контр}}} \text{ та } L_{\text{відн}} = \frac{L_{\text{експ}}}{L_{\text{контр}}}$$

Показник $Y_{\text{відн}}$ дозволяє судити про ступінь мікробного обмінення тканини. Показник $L_{\text{відн}}$ – про стан її антимікробного захисту.

Ступінь дисбіозу визначають за формулою:

$$СД = \frac{Y_{\text{відн}}}{L_{\text{відн}}}$$

і виражають у безрозмірних одиницях.

Паралельні визначення СД порожнини рота культуральними методами показали, що запропонований нами ферментативний метод досить добре корелює з класичним, але дуже громіздким мікробіологічним методом.

Висновки

Використання ферментативного методу визначення ступеня дисбіозу дозволяє значно спростити цю процедуру, скоротити час її виконання у багато разів і отримати цифрові показники ступеня дисбіозу.

Виконання цієї процедури вимагає наявності лабораторних тварин (щури або миші) і дозволяє, не користуючись посівними методами, визначати не тільки загальну кількість мікробів (за рівнем активності уреазі), але й стан неспецифічного імунітету макроорганізму (за рівнем лізоциму).

Визначення пребіотичних властивостей ПФХ та їх широке застосування в харчуванні дозволить значною мірою вирішити проблему дисбактеріозу, на який страждає понад 60 % населення нашої країни.

Література

1. Декларацийний патент на корисну модель № 43140, МПК (2009) G01N 33/48. Спосіб оцінки ступеня дисбіозу (дисбактеріозу) органів і тканин / А.П. Левицький, О.В. Деньга, І.О. Селіванська [та ін.] – № u200815092, заявл. 26.12.2008; опубл. 10.08.2009. Бюл. № 15.
2. Валеология питания / А. Т. Быков, Т. Н. Маляренко, Ю. Е. Маляренко [и др.] // Валеология. – 2008. – № 1. – С. 27–38.
3. Wada O. Correlations between changes in food and national nutrition and prevalence of diseases / O. Wada // Asian Med. J. – 2000. – V. 43, № 11. – P. 509–516.
4. Дэвис Аделия. Нутрицевтика. Питание для жизни, здоровья и долголетия / Дэвис Аделия – М., Саттава : Изд-во Ин-та трансперсон. психологии, 2004. – 543 с.
5. Розенталь В. М. Индивидуальное питание / В. М. Розенталь – М. : Архитектура-С, 2005. – 544 с.
6. Доронин А. Ф. Функциональное питание / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. – М., 2002.

7. Левицкий А. П. Пребиотики и проблема дисбактериоза / Левицкий А. П., Волянский Ю. Л., Скидан К. В. – Харьков : ЭДНА, 2008. – 100 с.
8. Левицкий А. П. Перспективы применения пребиотиков в медицине / А. П. Левицкий // Вісник фармакології та фармації. – 2007. – № 6. – С. 16–18.
9. Fructooligosaccharides: Occurrence, preparation and application / Yun J. W. [et al.] // Enzyme and Microbial Technology. – 1996. – v. 19. – P. 107–117.
10. Galacto-oligosaccharides stimulate the growth of bifidobacteria but fail to attenuate inflammation in experimental colitis in rats / R. Holma, P. Juvonen, M. Z. Asmawi [et al.] // Scand. J. Gastroenterol. – 2002. – 37, № 9. – P. 1042–1047.
11. Влияние обогащенной галактоолигосахаридами молочной смеси на кишечную микрофлору и ферментацию у доношенных детей / Бен Сяо Линг, Жу Сяо Ю., Жао Вей [и др.] // Вопр. соврем. педиатрии. – 2005. – Т. 4, № 5. – С. 25–26, 28–29.
12. Патент на корисну модель 31012 Україна, МПК (2006) А61Р 31/00. Спосіб моделювання дисбіозу (дисбактеріозу) / Левицький А. П., Селіванська І. О., Цісельський Ю. В. [та ін.]. – 2008. – Бюл. № 6.
13. Новик Г. И. Продукция гидролаз и антибиотикорезистентность молочнокислых и бифидобактерий / Г. И. Новик, Н. И. Астапович, Н. Е. Рябая // Прикладная биохимия и микробиология. – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 184–192.
14. Ферментативный метод определения дисбиоза полости рта для скрининга про- и пребиотиков: Метод. рекомендации. ГФЦ МОЗУ / А. П. Левицкий, О. А. Макаренко, И. А. Селиванская [и др.] – К., 2007. – 26 с.

УДК 664.144.002-021.4

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОМАДНЫХ КОНФЕТ С СИНБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ

**Коркач А.В., канд. техн. наук, доцент, Егорова А.В., канд. техн. наук, доцент,
Муратов В.Г., канд. техн. наук, доцент, Киртока И.О., магистрант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В работе рассмотрена концепция функционального питания, исследованы возможности расширения ассортимента помадных конфет функционального назначения на основе синбиотической добавки.

The paper considers the concept of functional foods, investigated the possibility of expanding the range of chocolates pomadnih functionality based on the synbiotic supplement.

Ключевые слова: функциональное питание, пробиотики, пребиотики, синбиотики, помадная масса, вязкость, дисперсность, помадные конфеты.

Одним из важных достижений конца XX века, по важности равном таким открытиям, как использование атомной энергии, изобретение компьютеров, геновая инженерия, полеты в космос и многим другим, является разработка концепции «пробиотики и функциональное питание» и начало ее воплощения в жизнь [1].

Под понятием пробиотики и функциональное питание в нашем веке понимают введение в ежедневный рацион человека всевозможных препаратов, биологически активных добавок к пище, продуктов питания, которые при регулярном употреблении снабжают организм не столько энергией и белком, сколько оптимизируют конкретные физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции.

Физиология и работа желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — главные цели, ради которых разрабатываются функциональные продукты питания. В органах ЖКТ происходит переваривание пищи, усвоение питательных веществ, определенных минералов и витаминов, а также вывод из организма человека токсинов. Также он действует в качестве барьера, защищающего от канцерогенов и вредных микроорганизмов. В пищеварительном тракте содержится 70...80 % всех иммунных клеток организма и столько же нервных клеток, как в спинном мозге. Информация, поступающая из мозга, по объему гораздо меньше, чем та, которая идет от кишечника. Этим можно объяснить, почему питание сказывается на нашем настроении и, напротив, почему наше настроение так влияет на наши вкусовые пристрастия. Нормальное состояние микрофлоры кишечника является значительным фактором, определяющим здоровье человека. Для регуляции и коррекции работы пищеварительного тракта, в большой степени зависящей от нормаль-

ного состояния микробиоценоза кишечника, в последнее время всё чаще используют пробиотики, пребиотики и синбиотики различного происхождения.

Важной особенностью использования пробиотиков является безвредность для организма человека даже в концентрациях, существенно превосходящих рекомендуемые для употребления; способность существенно повышать неспецифическую резистентность организма человека; высокая конкурентная активность пробиотических бактерий по отношению к патогенным и условнопатогенным микроорганизмам, что позволяет корректировать микрофлору кишечника (при дисбактериозе); высокая ферментативная активность пробиотических бактерий, которая позволяет существенно регулировать и стимулировать пищеварение; способность оказывать противоаллергенное и антиоксидантное действие [2].

Употребление пробиотиков — препаратов и продуктов на основе живых микроорганизмов из числа представителей нормальной микрофлоры человека и животных — является значимым элементом концепции здорового питания жителей, одним из наиболее действенных и физиологичных путей профилактики нарушения микрофлоры желудочно-кишечного тракта и лечения развивающихся вследствие этого ряда вторичных расстройств не только пищеварительной, но и иммунной, и эндокринной систем.

Пребиотики не содержат живых микроорганизмов, но зато создают для полезных бактерий безупречные условия для существования и развития. Многие пребиотики являются пищей для бактерий.

Пребиотики, стимулирующие развитие бифидофлоры, называют также бифидогенными факторами (бифидус-факторами). К ним относят целый ряд разнообразных по строению, природе и свойствам веществ, в т.ч. лактулоза, лактосахароза, галакто-, фрукто-, изомальто-, мальто-, ксилоолигосахариды, лизоцим, дрожжевые экстракты, низкоосахаренная кукурузная патока, ячменно-солодовый экстракт, гидролизаты казеина и сывороточных белков, муцин, пантетин, лактоферин и другие [2].

Наиболее изученным бифидогенным фактором является лактулоза. Современные представления о ее механизме действия основаны на том, что она не расщепляется в верхнем отделе ЖКТ из-за отсутствия необходимых для этого ферментов и проходит транзитом в толстый кишечник, где используется бифидобактериями как источник энергии и углерода. Следствием метаболических превращений лактулозы является улучшение функционирования желудочно-кишечного тракта, предотвращение отравления организма токсичными продуктами белкового распада, уменьшение нагрузки на печень и почки, стимулирование иммунных реакций [3, 4].

Отличия в действии про- и пребиотиков приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительная оценка действия про- и пребиотиков

Пробиотики	Пребиотики
<i>Назначение:</i> для заселения кишечника чужеродной микрофлорой	<i>Назначение:</i> Для стимуляции роста собственной микрофлоры
<i>Состав:</i> препараты-пробиотики содержат живые клетки нормофлоры кишечника: бифидобактерии, лактобациллы и проч.	<i>Состав:</i> препараты-пребиотики содержат вещества, являющиеся нутрицевтиками (пищей) для полезной микрофлоры кишечника
<i>Стратегия лечения:</i> заселяют кишечник чужеродной микрофлорой	<i>Стратегия лечения:</i> стимулируют рост собственной микрофлоры кишечника
<i>Проницаемость через ЖКТ:</i> только 5...10 % живых бактерий, содержащихся в пробиотиках, достигает толстой кишки	<i>Проницаемость через ЖКТ:</i> не перевариваются в верхних отделах ЖКТ и в неизменном виде достигают толстой кишки
<i>Селективность:</i> из 500 видов нормофлоры кишечника, препараты-пробиотики содержат только 1-2 штамма полезных бактерий	<i>Селективность:</i> пребиотики, будучи пищевым субстратом нормофлоры кишечника, стимулируют всю популяцию полезных бактерий

Добавление пребиотиков в продукты питания способствует улучшению выживания пробиотиков в обогащенных ими продуктах питания и биологически активных добавках к пище; повышению количества бактерий-пробиотиков, достигающих толстого кишечника в жизнеспособной форме; стимуляции роста и функциональной активности пробиотиков, как поступающих с продуктами питания, так и своих собственных, живущих в желудочно-кишечном тракте хозяина.

Одним из путей поддержания высокого уровня бифидобактерий в кишечнике является применение синбиотиков (комплекса пробиотиков и пребиотиков), так как последние позволяют стимулировать рост аутофлоры индивидуального человека и улучшать выживаемость вносимых бактериальных добавок [5].

Мировой и отечественный опыт показывает, что наиболее эффективный и экономически выгодный путь повышения эффективности действия полезных бактерий — дополнительное внесение синбиотиков в продукты массового потребления. В настоящее время такими являются кондитерские изделия. Они относятся к группе продуктов, которым отдают предпочтение дети, взрослые и старики. Ассортимент

данной продукции велик и разнообразен. Таким образом, разработка кондитерских изделий с использованием синбиотического комплекса является наилучшим способом лечения и профилактики различных заболеваний.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явилась разработка новых видов помадных конфет с использованием синбиотического комплекса и исследование их реологических свойств.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- обоснование и выбор пробиотиков для введения в состав помадных конфет;
- выбор способа «защиты» пробиотиков для повышения их стабильности;
- обоснование и выбор пребиотиков для введения в состав помадных конфет;
- теоретически и экспериментально обосновать эффективность применения синбиотиков в технологии помадных конфет;
- разработка технологии и рецептуры помадных конфет функционального назначения с синбиотическим комплексом;
- изучение влияния синбиотической добавки на структурно-механические свойства помадных масс;
- разработка проекта технической документации (ТИ и ТУ) на новый вид кондитерских изделий.

На кафедре ТХКМИ и П Одесской национальной академии пищевых технологий разработана технология синбиотических помадных конфет «Дуэт – Н».

В качестве контрольного образца взята рецептура помадных конфет «Киевская помадка», которая готовится традиционным способом. В опытные образцы конфет в качестве пробиотиков вводили живые микрокапсулированные микроорганизмы (*Bifidobacterium bifidum*), а лактулозу использовали как пребиотик.

Помада — это продукт кристаллизации сахарозы из пересыщенных сахаропаточных сиропов. Она представляет собой гетерогенную систему, состоящую из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена различными по размеру кристаллами сахарозы. Жидкая фаза — физически однородная, но по химическому составу сложная система, состоящая из нескольких компонентов. Газообразная фаза — это пузырьки воздуха, образовавшиеся в результате интенсивного перемешивания сиропа в помадосбивальных машинах. Она не играет какой-либо роли в свойствах помадных масс, тем более что при их темперировании практически весь воздух удаляется.

Помадную массу получают тремя способами: традиционным — из помадного сиропа путем его охлаждения и взбивания, в тонком слое пленочного аппарата и «холодным» способом.

Пробиотики целесообразно вводить на стадии темперирования помадной массы, с введением вкусовых, ароматических и красящих веществ. Однако, температура на данной стадии должна составлять 68...72 °С. При этом температура, превышающая 46,5 °С, может привести к гибели значительного количества бифидобактерий. Поэтому для сохранения их жизнедеятельности в составе конфет необходимо было использовать способы «защиты» бактерий от воздействия негативных факторов. В данной работе был использован способ микрокапсулирования, т. е. иммобилизация живых клеток микроорганизмов в защитный материал. Микрокапсулы имеют плотную оболочку, которая выполняет роль полупроницаемой мембраны, и внутреннее жидкое содержимое. Клетки микроорганизмов локализуются в матрице, которая формируется в середине капсулы, где они могут беспрепятственно размножаться. В качестве пробиотиков использовали живые культуры бифидобактерий вида *B. bifidum*, а капсулирующий материал — низкоэтерифицированный пектин.

Очень важно сохранить пробиотические организмы в продукте на уровне, который обеспечил бы ему функциональные свойства на протяжении всего срока хранения. Согласно рекомендаций Международной молочной федерации, количество жизнеспособных бифидобактерий в функциональном продукте должно быть не менее 10^7 КОЕ/г или мл на конец срока хранения. Проведя исследования по изучению стабильности бифидобактерий в составе помадных конфет на конец срока хранения оказалось, что содержание микроорганизмов в помадных конфетах на момент приготовления составляло $6 \cdot 10^7$ КОЕ/г, а по истечении срока хранения — $5,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г. Следовательно, инкапсулированные бифидобактерии сохраняли выживаемость в помадных конфетах в течение всего срока хранения готовых изделий.

Следующей задачей, которую необходимо было решить — это обоснование выбора пребиотика для введения в рецептуру помадных конфет.

Как известно, лактулоза — является основным пребиотиком, общепризнанным в мире бифидогенным фактором № 1. Данные по ее благотворному действию на организм человека были настолько убедительными, что этот продукт открыл широкую дорогу развитию функционального питания и индустрии пребиотиков во всем мире [6]. Международный комитет по применению лактулозы, расположенный в Цюрихе (Швейцария), обосновывая свои выводы на данных обширных исследований, рекомендует применение лактулозы в продуктах массового питания как ингредиента, способствующего улучшению мик-

роэкологии кишечника и состояния здоровья населения в целом. Именно поэтому обогащение конфет лактулозой, используемой в качестве пребиотика, на наш взгляд, наиболее эффективно для получения новых видов помадных конфет с функциональными свойствами.

При совместном введении пребиотиков и пробиотиков в состав пищевых продуктов значительно усиливается их эффективность. Поэтому было принято решение по введению в состав помадных конфет синбиотического комплекса и исследование его влияния на качество полуфабрикатов и готовых изделий.

В работе проведены исследования по изучению влияния синбиотической добавки на структурно-механические показатели помадной массы. Изучение реологических свойств помадных масс связано с необходимостью обоснования оптимальных параметров технологии и технологическим контролем производства.

В процессе формирования помадная масса постоянно находится в состоянии движения, которое сопровождается ее деформацией. Для того чтобы вызвать течение помадной массы по каналам формирующих машин с заданной скоростью, необходимо приложить определённые усилия, которые будут зависеть от вязкости помадной массы. Помадная масса обладает аномальной вязкостью, т.е. величина вязкости меняется при изменении скорости сдвига.

На вязкостные свойства помадных масс влияет ряд факторов, обусловленных рецептурным составом, технологическими параметрами — температурой, содержанием сухих веществ, а также степенью механической обработки.

Температура помадной массы при формировании отливкой имеет большое значение, так как с ее повышением вязкость массы уменьшается и она лучше отливается. Однако, при повышенных температурах в помадных массах образуются большие кристаллы, наличие которых проявляется в виде белых пятен. Оптимальная температура для отливки массы 70...72 °С.

Опыты проводили на ротационном вискозиметре «Реотест – 2» с изменением скорости сдвига в интервале 0,1667 — 72,9 с⁻¹. Исследовали влияние различной массовой доли лактулозы и пробиотических микроорганизмов на вязкость помадной массы при температуре 70 °С.

В табл. 2 приведены результаты исследования по изменению эффективной вязкости помадных масс от градиента скорости сдвига при различном содержании добавок лактулозы и пробиотиков.

Таблица 2 — Зависимость эффективной вязкости η помадных масс от градиента скорости сдвига $D\dot{\gamma}$ при различном содержании лактулозы и пробиотической добавки

Градиент скорости сдвига $D\dot{\gamma}$, с ⁻¹	Эффективная вязкость η (кПа·с) при содержании лактулозы, % и инкапсулированных бифидобактерий			
	контроль	5	7,5	10
0,1667	19,6	14,49	14,32	13,33
0,3	11,2	10,94	8,65	8,65
0,5	7	6,7	6,45	5,84
0,9	4,2	3,9	3,64	3,6
1,5	3,08	2,4	2,24	2,2
2,7	1,6	1,4	1,3	1,27
4,5	0,9	0,89	0,8	0,78
8,1	0,49	0,52	0,46	0,44
13,5	0,28	0,33	0,28	0,27
24,3	—	0,19	0,16	0,15
40,5	—	0,11	0,1	0,09
72,9	—	0,068	0,063	0,055

Так, с введением комплексной добавки в помадную массу эффективная вязкость при скорости сдвига 0,1667 с⁻¹ в контрольном образце составляла 19,6 кПа·с, а в образцах с содержанием пробиотических микроорганизмов и содержанием лактулозы 5, 7,5 и 10 % соответственно — 14,49; 14,32 и 13,33 кПа·с. Введение в помадную массу комплексной добавки приводит к снижению эффективной вязкости. Снижение вязкости помадной массы, вероятно, происходит в связи с тем, что в помадную массу вводится добавка микроорганизмов в жидком виде, то есть с высокой влажностью, что приводит к уменьшению содержания твердой фазы помады. Кристаллическая решетка сахарозы представляет собой структурный «каркас» помадной массы. В связи с повышением жидкой фазы в виде пробиотической добавки ($W = 89\%$), часть кристаллов сахарозы переходит из твердого состояния в жидкое, т.е. в межкристаллический раствор, как следствие, это приводит к значительному уменьшению вязкости в исследуемых образцах помадной массы.

Из приведенных данных видно, что с увеличением градиента скорости при постоянной температуре эффективная вязкость помадной массы снижается. Причём, при незначительных изменениях градиента скорости (от 0 до $4,5 \text{ c}^{-1}$) наблюдается резкое снижение вязкости. В этот момент идёт процесс лавинного разрушения структуры, выражающийся в разрыве связей, переориентации частиц твёрдой фазы. Дальнейшее увеличение градиента скорости вызывает незначительное уменьшение эффективной вязкости до минимального значения, соответствующего вязкости разрушенной структуры.

Графическая зависимость $\eta = f(D_r, a)$ представлена на рис. 1, где наблюдается взаимосвязь вязкости помадной массы, градиента скорости сдвига и массовой доли добавки. Данная зависимость позволяет моделировать реологическое поведение помадных масс от величины D_r и массовой доли добавки.

Также в процессе работы проводились исследования по определению дисперсности помадных масс с введением синбиотического комплекса. Качество помадной массы зависит не только от соотношения твердой и жидкой фазы, но и от размеров кристаллов твердой фазы. Кристаллизация вещества состоит из двух процессов: образования зародышей или центров кристаллизации и роста кристаллов. В помадообразовании существенное значение имеет первая стадия процесса кристаллизации — образование центров кристаллизации. Чем больше их возникает в единице объема за определенное время, тем больше суммарная поверхность кристаллизации и тем мельче будут полученные кристаллы сахарозы.

Вкусовые качества помадных конфет зависят от ее консистенции и структуры. Структура помады определяется главным образом величиной кристаллов, составляющих ее твердую фазу. Регулирование степени дисперсности кристаллов сахарозы является основной задачей помадного производства. Высококачественной считается помада с преобладанием фракций кристаллов размером от 10 до 12 мкм и небольшим количеством от 13 до 22 мкм. Наличие 20 % кристаллов размером 25...30 мкм и больше делают помаду грубокристаллической.

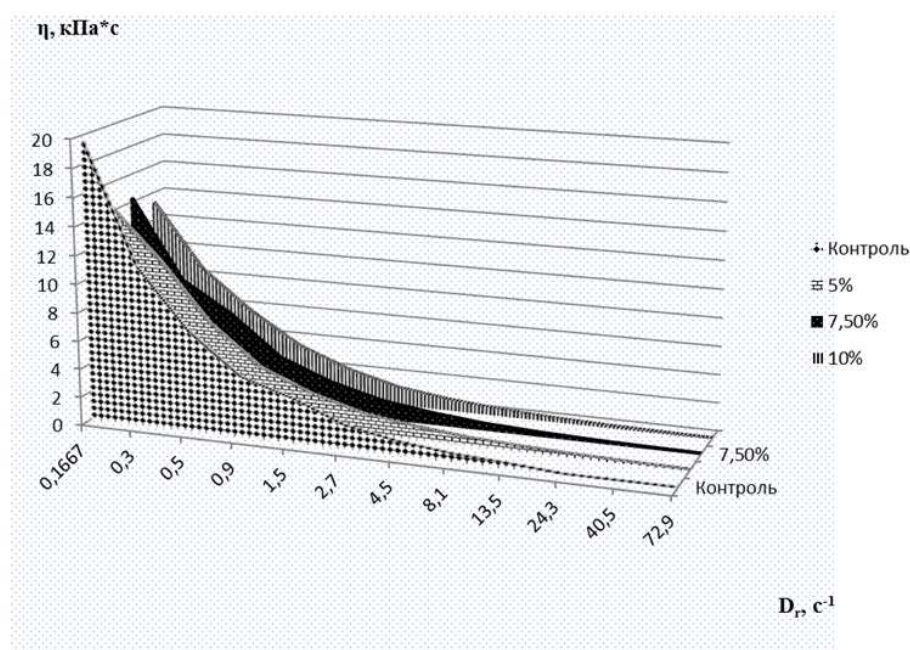


Рис. 1 – Зависимость эффективной вязкости помадных масс от градиента скорости сдвига и массовой доли лактулозы с пробиотической добавкой

Определение степени дисперсности полидисперсных частиц типа суспензий, к которым относится помадная масса, возможно седиментальным или микроскопическим методами. Для получения фракционного состава твердой фазы использовали микроскопический метод с использованием биологического микроскопа, окуляр-микрометра и камеры Горяева. Полученные данные представлены в табл. 2.

Помада, которая приготовлена с добавлением лактулозы в количестве 5 %, 7,5 % и 10 % с пробиотической добавкой, содержит кристаллов размером до 10 мкм соответственно 72 %, 79,5 %, 92 % и не содержит кристаллов размером более 30 мкм.

Таблица 2 – Фракционный состав помадной массы с использованием синбиотического комплекса

Размеры кристаллов, мкм	Содержание фракций кристаллов различных размеров, %			
	Контроль	5 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы	7,5 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы	10 % лактулозы и пробиотические микроорганизмы
0 – 5	31,5	42	45,5	54
5 – 10	22,5	30	34	38
10 – 15	14	16	17	6
15 – 20	8	9	3	2
20 – 25	7	2	0,5	–
25 – 30	6,5	1	–	–
30 – 35	5	–	–	–
35 – 40	3,5	–	–	–
40 – 45	2	–	–	–

Увеличение дисперсности помадных масс с добавлением синбиотической добавки по отношению к контрольному образцу можно объяснить тем, что в опытные образцы вводится лактулоза, которая является редуцирующим сахаром, в результате чего происходит замедление кристаллизации сахарозы. Лактулоза снижает скорость обмена молекул сахарозы на границе зародыш — раствор путем повышения энергии активации молекул.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование в составе помадных конфет синбиотической добавки приводит к улучшению вязкостных свойств помадной массы, увеличивает дисперсность, что, в свою очередь, улучшает качество готовых изделий и способствует расширению ассортимента конфет. Также очевидно, что обогащение функциональных пищевых продуктов пробиотиками, пребиотиками и их синбиотическими комплексами представляет собой научно обоснованное и перспективное направление в индустрии функциональных кондитерских изделий.

Литература

1. Бедных, Б.С Проектирование состава многокомпонентных продуктов детского питания [Текст] / Б.С. Бедных, Г.А. Анисимова, Н.А Михайлов // Молочная промышленность. – 1999. – №1. – С.11-12.
2. Рябцева С.А. Технология лактулозы / учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 232 с.
3. Клинические и токсикологические аспекты применения лактулозы // Российская лактулоза – XXI век. – М.: Изд-во МИИТ, 2000. – С. 73-91.
4. Конн Г.О., Либертал М.М. Синдромы печеночной комы и лактулоза. – М.: Медицина, 1983. – С. 339-377.
5. Токаев, Э.С. Поведение антагонистически активных штаммов бифидобактерий в процессе хранения синбиотического комплекса [Текст] / Э.С. Токаев, В.И.Ганина, А.С. Багдасарян, С.И. Перминов, Т.Ф.Вустина, И.Н. Мозговая // Молочная промышленность. – 2006. – №9. – с. 33-34.
6. Mizota T., Tamura Y., Tomita M. and Okonogi S. Lactulose as a sugar with physiological significance. Bull. Int. Dairy Fed. 1987, No.212: 69-76.

COMPARATIVE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WAFER FILLINGS WITH SUGAR AND FRUCTOSE

**Hadzhikina M.V., associate professor, PhD, Hadzhikinov D.G., professor, PhD,
Antonova M.A., assistant
University of Food Technologies – Plovdiv, Bulgaria**

Viscosity is the main index characterizing the properties of fillings in wafers formation. The viscosity of fillings is defined to a great extent by the recipe composition, as well. In order to determine the effect of fructose upon this index, a comparative characteristics between the rheological properties of wafer fillings obtained by using crystal fructose and sugar, respectively, has been made. It has been established that fructose filling has a strongly expressed tixotropic properties, and at temperatures of 50°C its viscosity increases.

Key words: Rheology, waffles, fructose, low-calorie products

INTRODUCTION

Diets have been and remain the primary method for treating diseases such as obesity, diabetes and others. Sugar-free diet is required, especially for people suffering from different types of diabetes (Type I and Type II). Its disruption leads to exacerbation of this disease. Since diabetes is defined as a disease of the century, it is important to insure prevention with creation of sweet taste foods without sucrose.

Currently, for the production of diet food are used sweeteners with different origin and chemical composition. It is considerate that between all alternative sweeteners fructose is one of the most perspectives sugar-alternatives. It has insulin independent metabolism and it is recommended for consumption for diabetes suffering people in amount of 0,5-1,0 g per kg of body weigh.

One of the main representatives of confectionary are dough waffles. Still today, in Bulgaria their production takes significant stake in the nomenclature of confectionery. The variety of assortment structure of these products is defined mainly by the use of different types of praline and oil fillings. Whatever is the type of filling, the basic raw material for its preparation is sucrose. (Sugar is still the most popular staple with sweet taste). Besides the sweet taste, principle reason for its application in production of sweet taste foods, are its specific technological properties. For example for preparation of praline felling in traditional waffles sucrose is the main-structure component.

Over the last 20-25 years in the manufacture of confectionery, including curtains types of wafer fillings crystalline fructose has been applied. Characteristics and composition of crystalline fructose intended for consumption are regulated by statutory food low [4].

Relative sweetness of fructose is 1,3-1,7 times higher than that of sucrose. Therefore, some experts recommend it for application in sweet taste food production in order to reduce the sucrose content [1]. Energy value of fructose (4 kcal/g) is equivalent of that of sugar, but its metabolism is insulin independent and can be used in production of sweets for diabetes suffering people. Crystalline fructose is very hygroscopic. In practice this quality may cause some technological problems [6], like agglomeration of crystals in production of chocolate mass with fructose.

Main indicators characterizing properties of wafer fillings in forming technological operation is viscosity. It depends on various factors (temperature, humidity, etc.). To certain extent viscosity of wafer fillings is defined by the recipe composition [2].

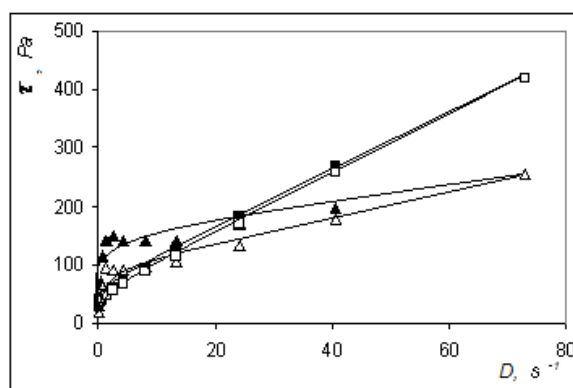
In this context aim of this study is to determine the influence of crystalline fructose on rheological properties, respectively on viscosity on wafer fillings.

MATERIALS AND METHODS

To determine the effect of fructose on rheological properties of wafer fillings, are used wafer filling prepared in manufacturing conditions. Comparative characterization is carried out between rheological properties of wafer fillings prepared with fructose and sucrose. Rheological behavior of molten wafer fillings was analyzed by «Rheotest 2» (Germany).

RESULTS AND DISCUSSION

On fig.1 are represented rheograms of wafer fillings at 40 °C.



▲ – with fructose, in direction of increasing D ; △ – with fructose in direction of D ;
 ■ – with sucrose in direction of increasing D ; □ – with sucrose in direction of reducing D

Fig.1 – Rheograms of wafer fillings with fructose and sucrose

Analyses were performed by determining the tangential stress (τ) in the direction of increasing values of the velocity gradient (D) in the range of 0,17 to 72,9 s⁻¹ and in direction of reduction of D . Graphical correlation shows that the product with fructose demonstrates rheological behavior of non ideal plastic body which is also characteristic for wafer filling prepared with sucrose. Furthermore, curves of outflow for the sample prepared with fructose show significant hysteresis which indicates the presence of thixotropy.

Values of coefficients of thixotropy are calculated by the method proposed by Machihin and Birfeld [3] and are shown in table 1.

Table 1 – Coefficients values of thixotropy of waffle fillings with different velocity gradients

Velocity gradient D (s ⁻¹)	Coefficient of thixotropy according with type of filling	
	With fructose	With sucrose
1,5	1,49	1,07
4,5	1,53	1,06
13,5	1,33	1,07
24,3	1,30	1,07
40,5	1,11	1,05

Results in table 1 show that the wafer filling prepared with fructose demonstrates higher values of the coefficient of thixotropy, compared with wafer filling prepared with sucrose which is perhaps due to structure forming processes.

On figure 2 are presented correlations between viscosity values of wafer fillings and their velocity gradient.

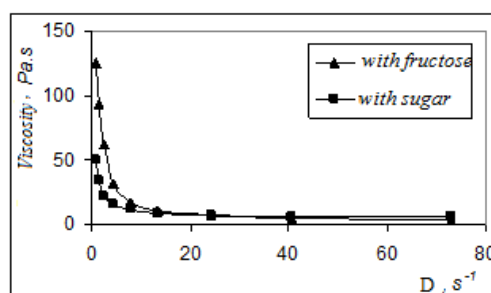


Fig 2 – Viscosity of wafer fillings with fructose and sucrose depending the velocity gradient at 40 °C

The data in Fig. 2 shows that at low values and in small changes in interval velocity gradient, the viscosity of fillings for wafers significantly reduced, while at higher values of D this change is negligible. This correlation is more demonstrative in wafer filling with fructose. For example, when amending the velocity gradient in the range of 1,5 to 8,1 s⁻¹ the viscosity of the filling with fructose decreased by 81.5 %, and for this with sugar, the reduction was 65.2 %. When amending D in high values of 40,5 to 72,9 s⁻¹, the decrease in viscosity of the filling with fructose is 28.5 % and with sugar is 13.6 %. This example shows that with increasing values of the velocity gradient, the degree of destruction of the filling with fructose is higher.

Correlation between viscosity at 40°C and velocity gradient is determined by following equation [5]:

$$\eta = B.D^{-m} \tag{1}$$

where: η – viscosity, Pa.s;

B – viscosity, when $D = 1$ s⁻¹, Pa.s;

D – velocity gradient, s⁻¹;

m – pace of destruction of structure

Calculated values of coefficients for different types of wafer filling (in the range of velocity gradient D from 0,9 to 72,9 s⁻¹) are presented in table 2.

Relatively high values of correlation coefficient (Table 2) show that the viscosity of the fillings is sufficiently subject to the mathematical model / 1 /. It has been determined also the relationship between viscosity and temperature for analyzed wafer fillings (Fig. 3). Samples were annealed at appropriate temperature for 20 min.

Table 2 – Values of coefficients in equation 1 and values of coefficient of correlation (r)

Type of wafer filling	Coefficients		
	<i>B</i>	<i>m</i>	<i>r</i>
With fructose	21,230	0,8706	0,9947
With sucrose	37,964	0,4910	0,9808

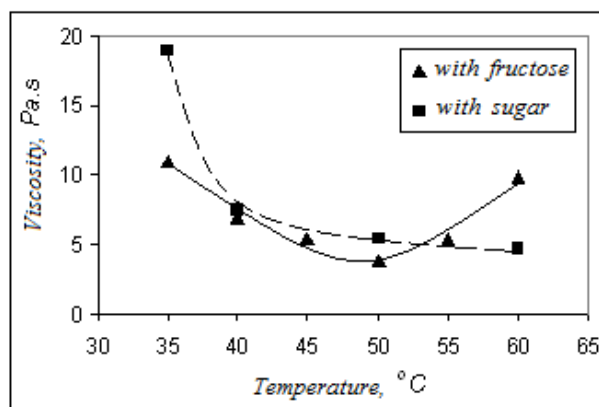


Figure 3 – Correlation between viscosity and temperature of wafer fillings with fructose and sucrose in ($D = 24, 3 \text{ s}^{-1}$)

Graphically strong correlation indicates that with increasing temperature (in range 35 to 60 °C) viscosity of the filling for waffles with sugar decreases while that of fructose at temperatures above 50 °C began to increase. It is likely that in the process of equilibration of the sample occur changes in its structure, due primarily to crystalline fructose.

CONCLUSIONS

From the survey results following conclusions can be made:

1. It has been shown that the filling for wafers with fructose has considerably more pronounced thixotropic properties compared with those of sugar filling.
2. It was found that with increasing temperature (in range 35 to 60 °C) viscosity of the filling for waffles with sugar decreases while that of fructose at temperatures above 50 °C began to increase.
3. It is recommended that during the various processes in the production of fillings for wafers with crystalline fructose to be used at temperatures higher than 50°.

REFERENCES

1. Дорохович В. В. (2006), Фруктоза: новые технологии производства и актуальность применения в пищевой промышленности, Продукты & ингредиенты, №1 (21).
2. Мачихин Ю.А. (1990), Реометрия пищевого сырья и продуктов, Москва, ВО „Агропромиздат”.
3. Мачихин Ю.А., А.А.Бирфелд (1970), Исследование тиксотропии пралиновых масс, Известия ВУЗ, Пищевая технология, № 2.
4. НАРЕДБА “За изискванията към захарите, предназначени за консумация от човека”, ПМС № 209 от 11.09.2002 г., обн., ДВ, бр. 89 от 20.09.2002 г.
5. Рогов И. А., А. В. Горбатов (1974), Физические методы обработки пищевых продуктов, Москва, “Пищевая промышленность”.
6. Minifie V.W.(1999),Chocolate, cocoa, and confectionery:Science and Technology third edition, An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.

УДК 664.681: 613.2

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАФЕЛЬНОГО ТІСТА НА АГЛЮТЕНОВОМУ БОРОШНІ

Дорохович В.В., д-р техн. наук, Тарасенко І.В., пошукач
Національний університет харчових технологій, м. Київ

У статті наведено результати досліджень щодо визначення можливості використання аглютенового борошна у технології вафельних листів. Досліджено структурно-механічні та реологічні характеристики вафельного тіста, здійснено комплекс заходів щодо наближення цих показників у тіста на аглютеновому борошні до відповідних характеристик вафельного тіста на пшеничному борошні.

The results of research of possibility to use gluten free flour in the technology of wafer sheets are given in the article. The structural-mechanical and rheological characteristics of wafer was tested. The set of measures for the approximation of these indicators of gluten free flour paste to the relevant characteristics of wafer paste on wheat flour was made.

Ключові слова: аглютенове борошно, вафельне тісто, структурно-механічні характеристики.

Погіршення соціального й економічного стану населення, несприятливий екологічний стан, нераціональне харчування – фактори, що сприяють виникненню захворювань гостродуоденальної зони, а також зростанню їхньої частоти.

Целиакія довго вважалась досить рідкісним захворюванням, але зараз ця хвороба поширилась. Целиакія – хронічне полісиндромне захворювання, яке характеризується неспецифічним ураженням слизової оболонки тонкої кишки глютенем, що порушує харчову адсорбцію на враженій ділянці. Виходячи з отриманих даних про широке різноманіття проявів хвороби, можна зробити висновок, що целиакія – системне захворювання, яке стосується безлічі органів і систем організму людини та перевищує границі ізоляованої харчової нетерпимості до глютену [1].

«Борошняну хворобу» як захворювання вперше описав Самуель Гі ще в 1888 році. Під час Другої світової війни було відмічено, що у хворих із симптомами хвороби, описаної Самуелем Гі, стан здоров'я поліпшується на фоні голоду.

Тільки в 1950 р. голландським доктором Дике було показано роль пшениці та жита в ушкодженні кишечнику, а в 1952 – 1953 рр. ідентифікований і сам фактор, що ушкоджує, – глютен (білок злакових).

У країнах Європи захворювання на целиакію діагностують досить часто, у Швеції щороку реєструється 1 випадок захворювання на целиакію на 270 осіб, в Австрії – на 476, у Франції – на 200 осіб [2]. Вважається, що на один випадок типової важкої форми целиакії припадає 6 випадків прихованого плинну захворювання. Вкрай рідко виявляють целиакію в країнах Африки, Японії, Китаї, де перевагу в харчуванні надають сорго, просу, рису.

Сьогодні існує наука теорій патогенезу целиакії, основними з яких є шість [2,3].

1. Дипептидазна теорія. Захворювання пов'язують зі зниженою активністю дипептидаз, що не забезпечують повною мірою відщеплення проліну від молекули гліадину. Нерозщеплений гліадин, у свою чергу, здійснює токсичний вплив на слизову оболонку тонкої кишки.

2. Рецепторна теорія. Стверджує, що токсичність гліадину пов'язана з наявністю деяких аномальних рецепторів – глікопротеїдів, з якими зв'язується гліадин, викликаючи ушкодження клітин.

3. Вірусна теорія говорить, що в пацієнтів із целиакією у крові підвищені титри антитіл до аденовірусів типу 12 і деяких інших вірусів, що знижується на тлі агліадинової дієти протягом поліпшення стану пацієнтів.

4. Ферментна теорія наполягає на відсутності необхідних ферментів (гліадинамінопептидази) для деамінування гліадину.

5. Імунологічна теорія.

6. Спадкова теорія.

Якою б не була теорія патогенезу целиакії, фактором безпечного харчування для хворих є дотримання безглютенових дієт.

За кордоном розроблені спеціальні програми, організовані гуртки для батьків, діти яких страждають на це захворювання, розроблено і впроваджено широкий асортимент харчових продуктів спеціального призначення, в т. ч. кондитерських виробів. В Україні існує Всеукраїнська спілка целиакії, яка допомагає людям з таким захворюванням. Однак промисловістю України кондитерські вироби для хворих на целиакію

кію не випускаються. В НУХТ проводиться робота щодо розроблення борошняних кондитерських виробів для хворих на целиацію. Перша дисертаційна робота, присвячена розробленню безглютенового печива, була захищена у 2006 р. Бабіч О.В., робота виконана під керівництвом д.т.н., проф. Дорохович А.М. Робота в напрямі розроблення кондитерських виробів для хворих на целиацію продовжується.

Метою нашої роботи є розроблення рецептурного складу та технології вафельних листів, виготовлених із застосуванням аглютенного борошна та крохмалю. В якості аглютенного борошна використовували рисове, гречане, кукурудзяне борошно.

На першому етапі досліджень нами була проведена заміна пшеничного борошна на аглютенові види борошна і вологість вафельного тіста в усіх випадках була однаковою – 67 %. Під час органолептичної оцінки тіста встановлено, що при вологості 67 % тісто з рисового борошна має дуже рідку консистенцію, не властиву вафельному тісту. Оскільки основним складником рисового борошна є крохмаль, який у холодній воді не набухає, то тісто, що з нього утворюється, швидко осідає. З гречаного борошна утворюється тісто з пружною структурою, яка не дає можливість формувати вафельні листи методом відливки. Утворення особливої структури тіста ми пов'язуємо з великою водопоглинальною здатністю гречаного борошна. Попередніми дослідженнями встановлено, що водопоглинальна здатність гречаного борошна дорівнює 390 %, в той час як у пшеничного 152 %. Нами було проведено низку досліджень густини та в'язкості тіста, його стабільності, за результатами яких встановлено, що для надання тісту з аглютенного борошна структурних характеристик, наближених до тіста на пшеничному борошні, потрібно змінити вологість тіста. Так, для тіста з рисового борошна раціональною є вологість 63 %, кукурудзяного борошна – 65 %, кукурудзяного крохмалю – 61%. Для надання тісту на гречаному борошні необхідної консистенції кількість води необхідно збільшити в 1,7 разу.

При зазначеній вологості аглютенного тіста було визначено його густину (рис. 1).

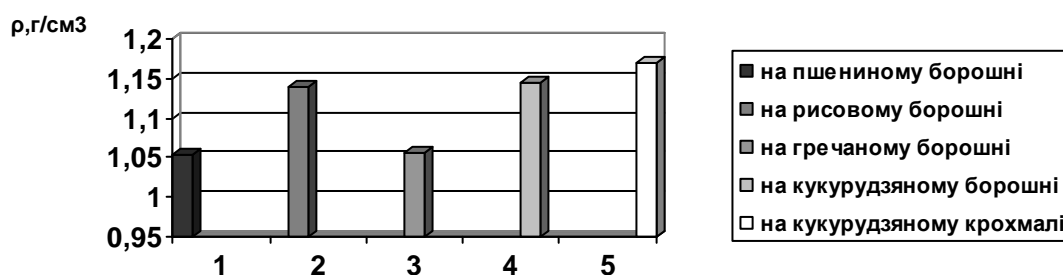


Рис 1 – Густина вафельного тіста

Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що тісто з аглютенного борошна, окрім тіста з гречаного борошна, має більшу густину, ніж тісто на пшеничному борошні.

Становило інтерес визначити стабільність вафельного тіста, виготовленого на різних видах аглютенного борошна (рис. 2).

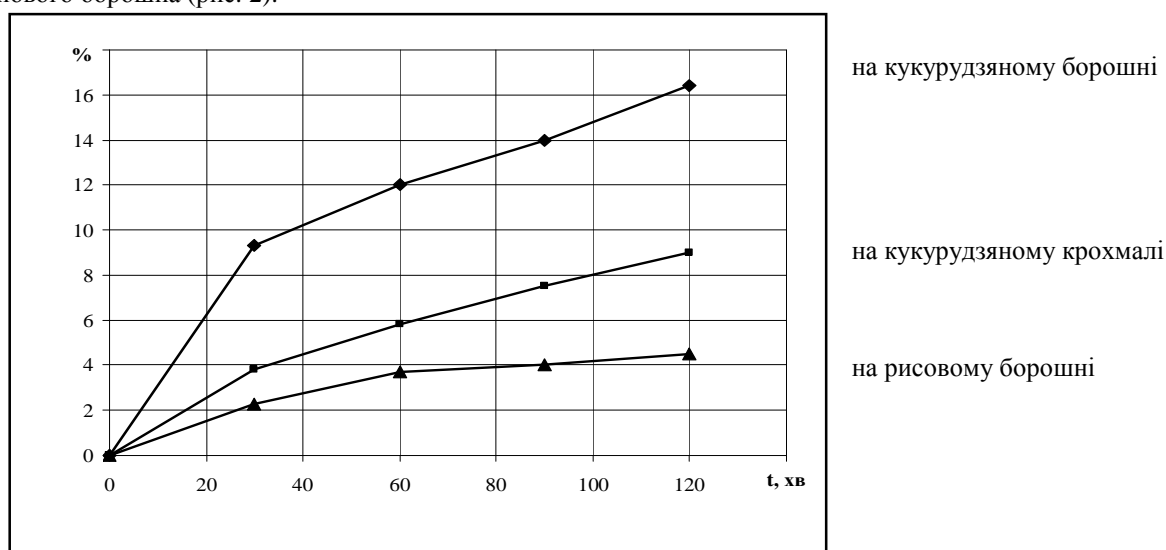


Рис. 2 – Кінетика седиментації тіста

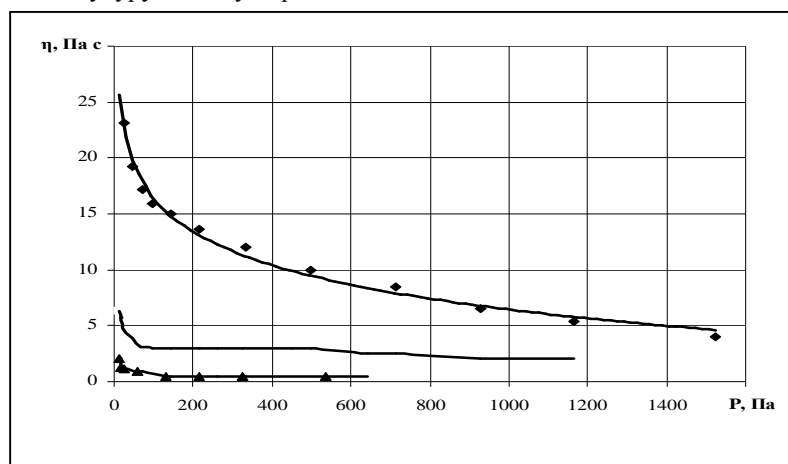
Аналізуючи результати досліджень, бачимо, що найбільш стійке тісто отримуємо з рисового борошна, а тісто з кукурудзяного борошна мало стабільне, що потребує розроблення комплексу технологічних заходів з метою покращення його стабільності. Традиційне вафельне тісто є стабільною слабоструктурованою дисперсною системою. Основними структуроутворювачами тіста є білки та полісахариди (крохмаль), а решта компонентів знаходяться в розчиненому (солі, цукри) або емульгованому стані (жири, фосфоліпіди). Утворення структури тіста відбувається таким чином: основна маса води тіста (близько 85 %) зв'язується з головними компонентами борошна – крохмалем і білками. При достатній кількості води (у вафельному тісті значна кількість води) білки легко і швидко набухають, утворюючи тонкі нитки і плівки, обволочуючи та зв'язуючи між собою зерна зволоженого крохмалю [4]. Внаслідок значного вмісту крохмалю в пшеничному борошні $\approx 70\%$ волога зв'язується білками та крохмалем майже в однаковій кількості. При дослідженні структурних властивостей тіста аглютенного борошна потрібно брати до уваги, що воно не містить водонерозчинних білків клейковини. Виходячи з цього можна припустити, що в'язкість та інші характеристики тіста на аглютенному борошні будуть відрізнятися від цих характеристик у тісті на пшеничному борошні. Нами було проведено дослідження для визначення реологічних властивостей тіста на аглютенових видах борошна (табл. 1, рис. 3).

Таблиця 1 – Реологічні властивості тіста на пшеничному та аглютенових видах борошна

Тісто на:	η_0	η_m	$\eta_0 - \eta_m$	P_{k1}	P_{k2}	P_m	P_{k1}/P_{k2}	P_m/P_{k1}
пшеничному борошні	13,00	2,00	11,00	29,0	345	1300	0,120	52
рисовому борошні	5,91	1,87	4,04	5,0	180	420	0,028	128
гречаному борошні	23,64	3,50	20,14	20,0	600	940	0,033	9447
кукурудзяному борошні	2,10	0,41	1,70	3,0	80	212	0,038	71
кукурудзяному крохмалі	0,46	0,39	0,07	3,0	90	180	0,030	60

При порівнянні результатів досліджень цих характеристик з тістом на пшеничному борошні ми можемо бачити, що в'язкість практично незруйнованої структури (η_0) у тісті на пшеничному борошні в 1,82 разу менша, ніж у тіста на гречаному борошні та у 6,2 разу більша, ніж у тісті на кукурудзяному борошні, а в'язкість практично зруйнованої структури (η_m) у тіста на пшеничному борошні в 1,75 разу менша, ніж у тіста на гречаному борошні та у 4,9 разу більша, ніж у тіста на кукурудзяному борошні. Відповідно напруга, за якої відбувається руйнування структури тіста (P_m) для тіста на пшеничному борошні в 1,4 разу більша за величину напруги, за якої руйнується тісто на гречаному борошні та у 6,1 разу більша, ніж, у тісті на кукурудзяному борошні.

У тісті на пшеничному борошні утворюються більш міцні структурні зв'язки, про що свідчить співвідношення (P_{k1}/P_{k2}), яке у 3,6 разу більше, ніж у тісті на гречаному борошні та у 3,2 разу більше, ніж у тісті на кукурудзяному борошні.



на гречаному борошні 75 %
на кукурудзяному борошні 65%
на рисовому борошні 63 %

Рис. 3 – Реологічні криві в'язкості вафельного тіста

З аналізу кривих в'язкості видно, що в'язкість тіста з гречаного борошна більша, ніж в'язкість тіста з пшеничного борошна, а в'язкість тіста з кукурудзяного борошна менша, ніж в'язкість тіста з пшеничного борошна. Так, при нарузі зсуву 100 Па в'язкість тіста на пшеничному борошні дорівнює 11 Па·с, тіста з рисового борошна – 16 Па·с, тіста з кукурудзяного крохмалю – 0,6 Па·с. При нарузі зсуву близько 2500 – 2700 Па в'язкість тіста на пшеничному борошні досягає свого мінімального значення та залишається практично незмінною. В'язкість тіста на гречаному борошні досягає свого мінімального та стабільного значення при швидкості зсуву 1450 – 1550 Па. В'язкість тіста на кукурудзяному борошні досягає мінімального та стабільного значення при швидкості зсуву 535 Па.

З метою підвищення стабільності тіста, особливо це стосується тіста з кукурудзяного борошна і крохмалю, вводили лецитин. Дослідним шляхом встановлено, що найбільш раціональним є додавання 1 % лецитину (до маси борошна) у тісто з рисового борошна та 1,5 % у тісто з кукурудзяного борошна та кукурудзяного крохмалю.

При додаванні до вафельного тіста лецитину спостерігається (рис. 4) незначне зменшення густини тіста: з рисового борошна на 3,5 %, з кукурудзяного борошна на 2,3 %, з кукурудзяного крохмалю на 2,5 %.

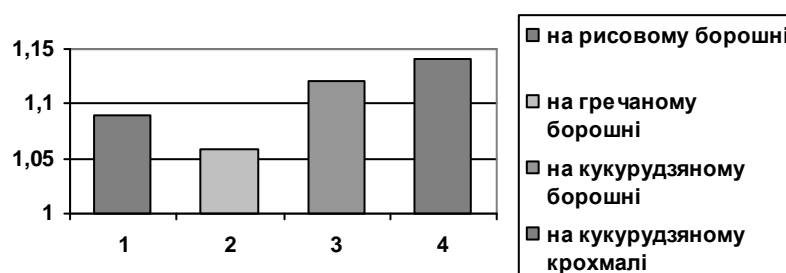


Рис. 4 – Густина вафельного тіста з додаванням лецитину

Позитивний вплив додавання лецитину має і на стабільність вафельного тіста (рис. 5).

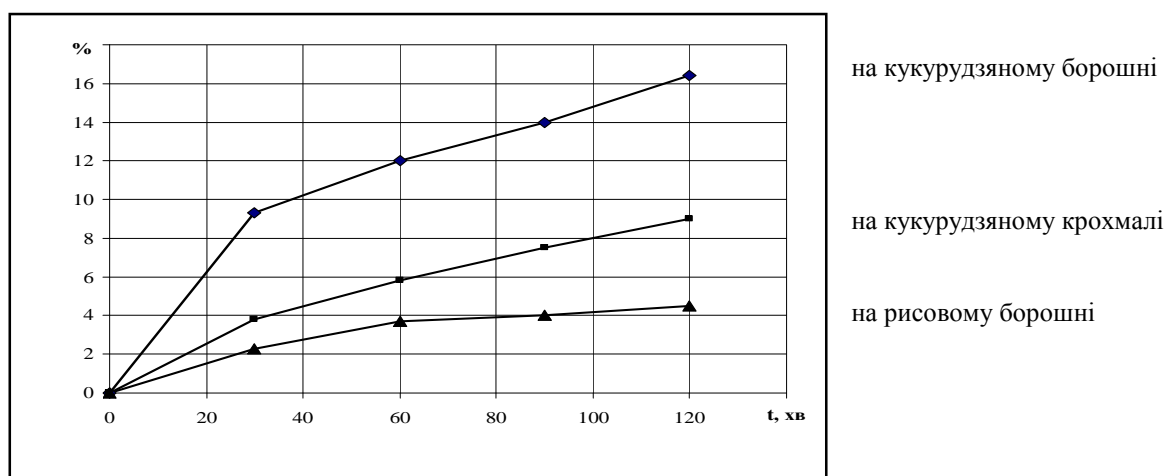


Рис. 5 – Кінетика седиментації вафельного тіста

Так, швидкість осідання вафельного тіста з кукурудзяного борошна зменшилась на 16 %, з кукурудзяного крохмалю на 18 %, з рисового борошна на 15 %. Отже, можна зробити висновок, що введення лецитину до рецептурних композицій вафель на аглютенівому борошні, як і на пшеничному, сприяє покращенню структурних характеристик тіста і, як наслідок, готових виробів.

Висновки

1. Підводячи загальні підсумки, слід зазначити, що розроблення технологій борошняних кондитерських виробів для хворих на целиакию – актуальне завдання сучасності.

2. За результатами комплексу досліджень встановлено можливість застосування аглютенівому борошна (рисового, кукурудзяного, гречаного) та кукурудзяного крохмалю при виробництві вафельних листів.

3. Завдяки реалізації комплексу технологічних заходів стало можливим наближення реологічних характеристик тіста на аглютенівому борошні до відповідних характеристик тіста на пшеничному борошні, що дозволить виготовляти вафельні листи на існуючому обладнанні.

Література

1. Болезни кишечника /Гребенев А.Л., Мягков Л.П./ – М.: Медицина, 1994. – 219 с.
2. Holmes G. Changing features of celiac disease // Coeliac disease. – Tampere, 1998. – P. 45 – 48.
3. Дорохович В.В., Бабіч О.В. Проблематика захворюваності на целиацію. // Хлебопекарное и кондитерское дело. 2005. – № 2. – С. 34 – 36.
4. Быстрова Т.В., Аксенова Л.М., Бурых Н.И., Талейстек М.А. Современное производство вафель. // НИИТЭИПП. Пищевая промышленность – сер. 17, – 1984, – вып. 5. – 30 с.

УДК 664.858

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЖЕЛЕЙНОГО МАРМЕЛАДУ З КРІАС-ПОРОШКАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Туз Н.Ф., асистент, Артамонова М.В., канд. техн. наук, доцент,
Лисюк Г.М., д-р техн. наук, професор
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості мармеладу желейного з кріас-порошками під час зберігання.

Studied the organoleptic, physico-chemical and microbiological quality marmalade jelly with krias powder during storage.

Ключові слова: мармелад желейний, кріас-порошки рослинного походження, показники якості.

Показники якості харчової продукції, її собівартість і термін зберігання є основними характеристиками, що визначають конкурентоспроможність будь-якого продукту на ринку збуту. Під час зберігання кондитерських виробів змінюються їх органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.

Метою роботи є визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості мармеладу желейного на агарі з додаванням кріас-порошків під час зберігання за певних умов.

Об'єктом дослідження є мармелад желейний на агарі з додаванням розчинів кріас-порошків з чорноплідної горобини або з суцвіття нагідок, або з листя кропиви, що зберігали за кімнатної температури, відносної вологості 75 % з доступом та без доступу світла протягом 3-х місяців зберігання. Умови зберігання обрано з урахуванням пакування даної продукції, а саме в прозору (поліетиленові плівки) чи непрозору (картонні коробки) тару. За контрольні значення прийняті органолептичні та фізико-хімічні показники якості мармеладу желейного з розчинами кріас-порошків, отримані одразу після його приготування. Контрольними точками під час проведення експерименту були: 1-й, 2-й, 3-й тижні та 1-й, 2-й, 3-й місяці.

Дослідження органолептичних показників якості показали, що під час зберігання в поліетиленовій плівці та картонній коробці органолептичні показники якості мармеладу желейного з кріас-порошками протягом зберігання 1-го, 2-го, 3-го тижня та 1-го місяця відповідають контрольному зразку: вироби мають правильну форму з чітким контуром без деформацій, смак і запах ярко виражені, притаманні внесений добавці. Мармелад має яскраві відтінки рожевого, жовтого та зеленого кольору, консистенцію драгелеподібну, яка піддається різанню ножом, склоподібний злам та прозорий шар.

Зберігання виробів протягом 2-го місяця незалежно від виду пакування привели до деяких змін кольору порівняно з контрольним зразком. Встановлено, що протягом цього терміну відбулось незначне знебарвлення виробів – від насичених до більш блідих відтінків рожевого, жовтого, зеленого кольору. Інші органолептичні показники якості виробів відповідали контрольному зразку.

Наприкінці терміну зберігання мармелад желейний незалежно від виду пакування має виражений смак та запах, що відповідає внесений добавці без сторонніх присмаків та запахів. Зовнішній вигляд і фо-

рма відповідає контрольному зразку, консистенція драгледоподібна, піддається різанню ножом, мармелад має прозорий шар, склоподібний злам. Колір виробів не змінився порівняно з попереднім місяцем.

Дослідження органолептичних показників якості мармеладу з кріас-порошками показали, що під час зберігання незалежно від виду пакування дещо змінюється колір виробів. Тому подальші дослідження були пов'язані з визначенням колірних характеристик готового желейного мармеладу з розчинами кріас-порошків за різних умов зберігання. Експеримент проводили із застосуванням спектрофотометра SP 810 завдяки програмному забезпеченню приладу ТЕСНКОН [1].

На рис. 1, 2, 3 наведено результати досліджень, пов'язані з визначенням колірних характеристик желейного мармеладу з кріас-порошками з чорноплідної горобини, із суцвіття нагідок та листя кропиви відповідно.

З наведених рисунків видно, що характер руху кривих спектрів відбиття однаковий для всіх видів мармеладу. Вони мають мінімум поглинання світла в межах 500...600 нм (рис. 1), 400...450 нм (рис. 2) та 650...700 нм (рис. 3), що відповідає червоному, жовтому та зеленому кольору виробів відповідно для мармеладу желейного з кріас-порошком з чорноплідної горобини, суцвіття нагідок та листя кропиви. Протягом перших 3-х тижнів зберігання в поліетиленовій плівці та картонній коробці колірність мармеладу залишилась незмінною. Після першого місяця зберігання мармеладу інтенсивність забарвлення виробів знижується, про що свідчить зниження кривих на спектрі. Так, під час зберігання виробів з кріас-порошком з чорноплідної горобини в поліетиленовій плівці ці показники знижуються на 10 % та на 8,5 % – у картонній коробці; з суцвіття нагідок – на 8,5 % та 6,5 %; з листя кропиви – 8,3 % та 7,3 % відповідно. Така залежність спостерігається до кінця терміну зберігання.

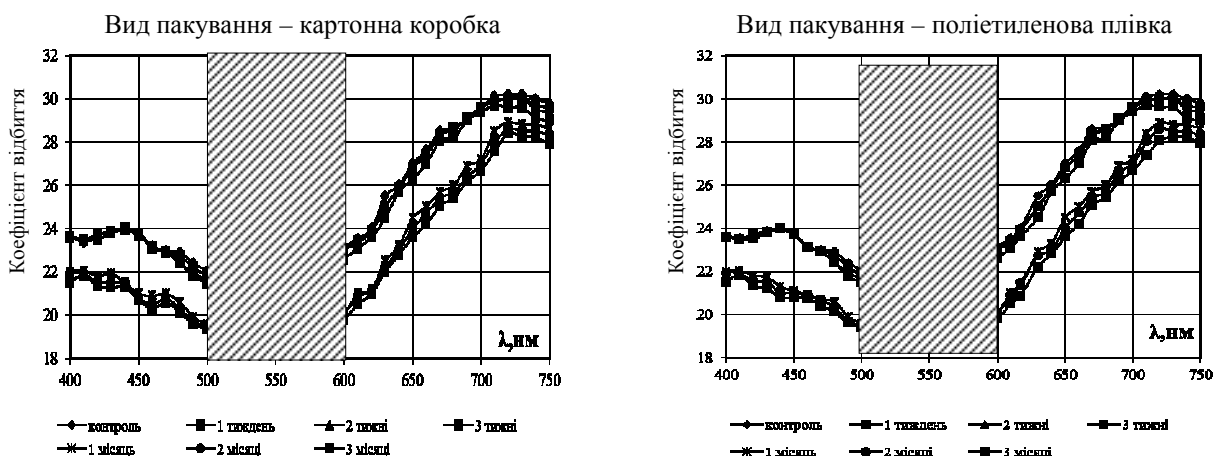


Рис. 1 – Колірні характеристики желейного мармеладу з кріас-порошком з чорноплідної горобини

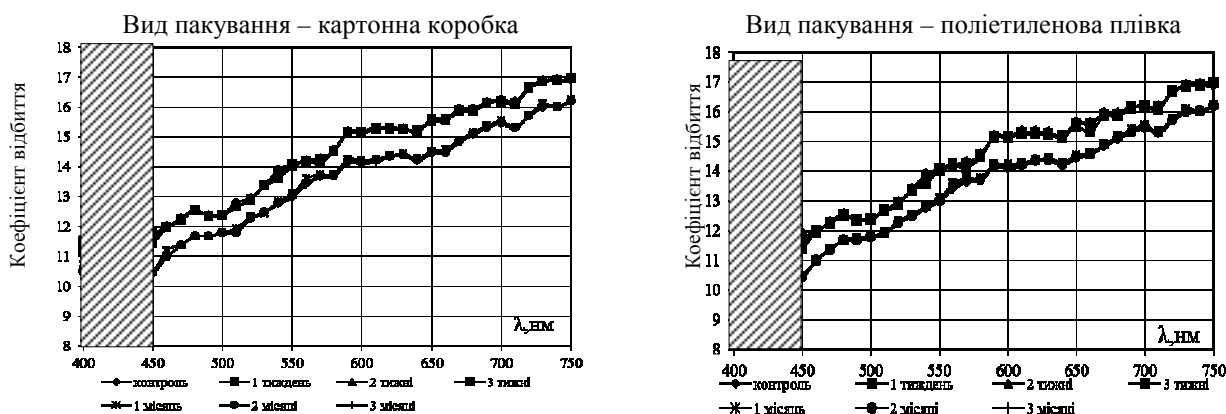


Рис. 2 – Колірні характеристики желейного мармеладу з кріас-порошком із суцвіття нагідок

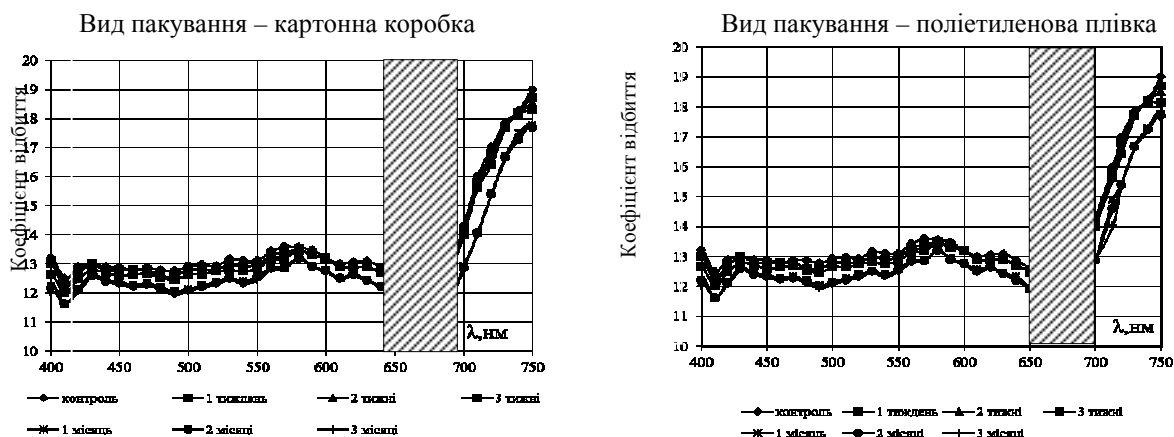
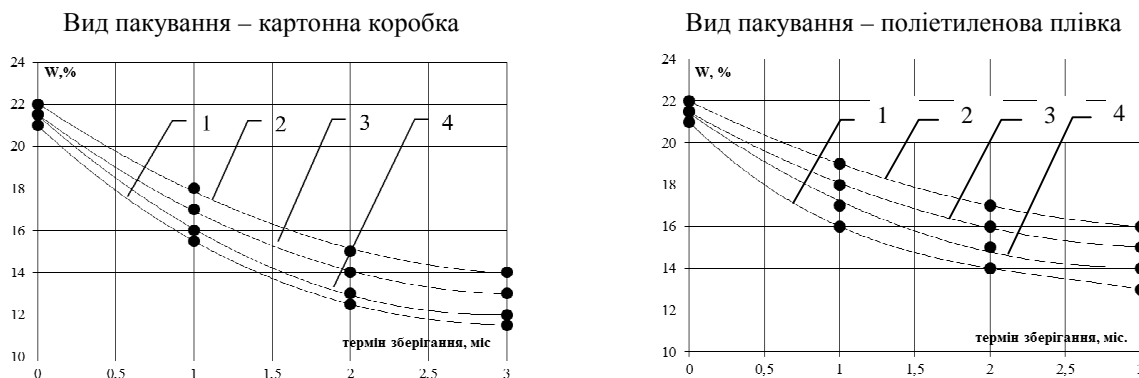


Рис. 3 – Колірні характеристики желейного мармеладу з кріас-порошком з листя кропиви

Таким чином, із проведених досліджень можна зробити висновок, що під час зберігання мармеладних виробів з додаванням кріас-порошків інтенсивність їх забарвлення знижується, але за умови зберігання в картонній коробці ці зміни протікають менш інтенсивно. Тому нами рекомендовано зберігання виробів саме в такому виді пакування.

Поряд з цим, фізико-хімічні показники багато в чому визначають якість готових виробів. Так, надмірний вміст вологи в желейних виробках призведе до погано сформованих драгліл з липкою поверхнею, що в свою чергу вплине на накопичення загальної кислотності та інтенсивне протікання кислотного гідролізу сахарози з утворенням редуруючих речовин [2]. Тому важливо було дослідити зміну фізико-хімічних показників якості мармеладу желейного з кріас-порошками з чорноплідної горобини, суцвіття нагідок та листя кропиви під час зберігання.

Дані щодо визначення вмісту вологи мармеладу желейного з кріас-порошками протягом зберігання наведено на рис. 4.



1 – без добавок; 2 – з чорноплідної горобини; 3 – з суцвіття нагідок; 4 – з листя кропиви

Рис. 4 – Вміст вологи в мармеладі желейному з кріас-порошками залежно від виду пакування протягом терміну зберігання

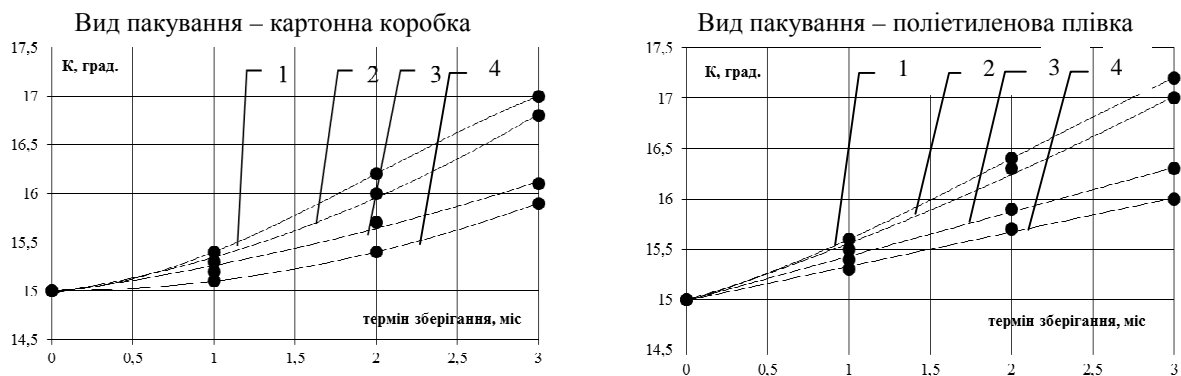
З наведених даних видно, що під час зберігання мармеладні вироби без добавок та з додаванням кріас-порошків втрачають вологу, тобто спостерігається процес черствіння мармеладу. Процес втрати вологи більш інтенсивно протікає під час зберігання виробів у картонних коробках. Наприкінці зберігання мармеладу з кріас-порошком із суцвіття нагідок вміст вологи становить 13 % за умови його зберігання в картонній коробці та 15 % за умови зберігання в поліетиленовому пакеті, тобто втрата вологи становить 40 % та 30 % відповідно. Вологість мармеладу з кріас-порошком з чорноплідної горобини після 3-х місяців зберігання в картонній упаковці 14 % та 16 % відповідно у поліетиленовому пакеті, втрата становить 36 % та 27 %. Мармелад з кріас-порошком із суцвіття нагідок після зберігання в картонній упаковці мав вологість 12 % та 14 % у поліетиленовому пакеті, при цьому втрата становить 45 % та 35 % відповідно.

Таким чином, наприкінці терміну зберігання вміст вологи у виробках, що зберігали в картонних коробках, незначно на (1...3) % перевищив допустимі вимоги нормативної документації. Такі зміни можна

пояснити гігроскопічністю пакування, як наслідок, втрата вологи з мармеладу в навколишнє середовище відбувалась більш інтенсивно.

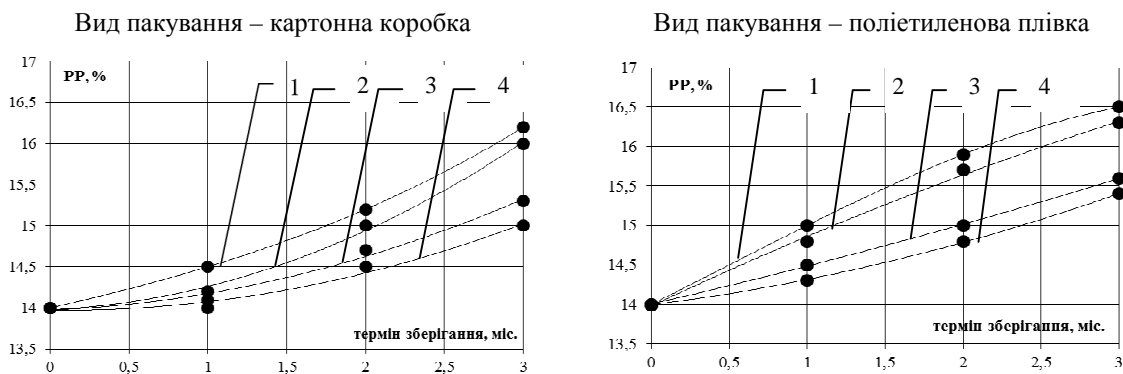
Дані щодо визначення титрованої кислотності мармеладу з кріас-порошками протягом зберігання наведено на рис. 5.

Як видно з рисунку, під час зберігання желейного мармеладу, виготовленого за уніфікованою рецептурою та з додаванням кріас-порошків, відбувається незначне наростання титрованої кислотності. Протікання цього процесу відбувається аналогічно як для мармеладу желейного без добавок, так і з уведенням кріас-порошків. Видно, що за умови зберігання мармеладу в поліетиленовій упаковці ця зміна більш помітна. Так, протягом 3-х місяців зберігання мармеладу з розчинами кріас-порошків з чорноплідної горобини титрована кислотність зросла з 15 % до 16,8 %, тобто на 12 %; з суцвіття нагідок зросла з 15 % до 16,3 %, тобто на 8 %; з листя кропиви з 15 % до 16 %, тобто на 7 %. Але наприкінці терміну зберігання цей показник не перевищує вимог нормативної документації на даний вид продукції.



1 – без добавок; 2 – з чорноплідної горобини; 3 – з суцвіття нагідок; 4 – з листя кропиви
Рис. 5 – Титрована кислотність мармеладу желейного з кріас-порошками залежно від виду пакування

Зі зміною показника титрованої кислотності пов'язана зміна вмісту редукуючих речовин мармеладу під час зберігання. Дані щодо визначення вмісту редукуючих речовин мармеладу з кріас-порошками протягом зберігання наведено на рис. 6.



1 – без добавок; 2 – з чорноплідної горобини; 3 – з суцвіття нагідок; 4 – з листя кропиви
Рис. 6 – Вміст редукуючих речовин у мармеладі желейному з кріас-порошками залежно від виду пакування

З рисунка видно, що під час зберігання відбувається незначне накопичення редукуючих речовин в усіх дослідних зразках. Зміна цього показника, як і попереднього, більш інтенсивно відбувається за умови зберігання мармеладу в поліетиленовій упаковці. Так, зберігання желейного мармеладу з розчином кріас-порошку з чорноплідної горобини в цій тарі призводить до збільшення вмісту редукуючих речовин з 14 до 16,3 %, тобто на 16 %; з суцвіття нагідок з 14 % до 15,6 %, тобто на 11 %; з листя кропиви з 14 % до 15,4 %, тобто на 10 %. Накопичення редукуючих речовин у желейному мармеладі можна пояснити процесом гідролізу сахарози з утворенням моноз [2]. Зберігання виробів у поліетиленовій упаковці уповіль-

нює процес висихання виробів, а отже, вологість середовища є вищою, що в свою чергу інтенсифікує процес гідролізу сахарози. Вищесказаним пояснюється більш інтенсивне протікання накопичення редуруючих речовин під час зберігання готової продукції в поліетиленовій упаковці.

Вважається, що кондитерські вироби, які у своєму складі містять велику кількість цукру, не повинні викликати занепокоєння щодо їх безпеки. Однак, окрім цукру рецептурна суміш мармеладу містить і інші компоненти. Під час переробки сировини першочергова кількість мікроорганізмів, що міститься у сировині, може знижуватись у ході теплової обробки або збільшуватись у результаті забруднення напівфабрикатів та готових виробів у процесі виробництва. Діяльність мікроорганізмів призводить до фізичних та хімічних перетворень продуктів. Як правило, ці зміни небажані, тому що призводять до зниження якості харчового продукту – зміни консистенції, загальної кислотності, органолептичних показників. Це є підставою для проведення мікробіологічних досліджень розроблених видів мармеладу желейного з кріас-порошками.

Отримані результати щодо визначення мікробіологічних показників якості мармеладу желейного на агарі з кріас-порошками рослинного походження наприкінці терміну зберігання зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники якості мармеладу желейного на агарі з кріас-порошками

Найменування показника	Норма*	Мармелад желейний з кріас-порошками		
		з чорноплідної горобини	з суцвіття нагідок	з листя кропиви
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КОЕ в 1г, не більше	1×10^3	10	10	10
БГКП (коліформи) в 0,1 г	не допускається	не виявлені	не виявлені	не виявлені
Staph. Aureus, в 1,0 г	не допускається	не виявлені	не виявлені	не виявлені
Патогенних мікроорганізмів, у т. ч. Salmonella, в 25 г	не допускається	не виявлені	не виявлені	не виявлені
Пліснява, КОЕ в 1г, не більше	50	10	10	10
Дріжджі, КОЕ в 1г	не допускається	не виявлені	не виявлені	не виявлені

*«Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів» [3; 4].

Як видно з таблиці, розроблені види мармеладу желейного з кріас-порошками за мікробіологічними показниками відповідають вимогам нормативної документації до якості харчових продуктів.

Висновки

У ході проведених досліджень встановлено, що під час зберігання мармеладу желейного з кріас-порошками за різних умов органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості знаходяться в межах, регламентованих стандартом.

Слід зазначити, що колір желейних виробів найкраще зберігається в картонній тарі, а фізико-хімічні показники під час зберігання в поліетиленовій упаковці. Тому, з метою отримання мармеладу найкращої якості рекомендовано його зберігати в картонній тарі, що обтягнута плівкою.

Література

1. Пешкова, В.М. Практическое руководство по спектрофотометрии и колориметрии [Текст] / В.М. Пешкова, М.И. Громова. – М.: МГУ. 1975. – 420 с.
2. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий [Текст] / А.В. Зубченко: Учебник для вузов. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад. – 1997. – 413с.
3. МБТ и СН 5061-89 Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, – 1989. – 7 с.
4. Закон України №771/97-ВР від 23.12. 1997 р. зі змінами. Про безпечність та якість харчових продуктів. [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов. – 1989. – 7 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЗЕФИРА, ОБОГАЩЁННОГО ПРЕБИОТИКАМИ ФРУКТАНОВОГО ТИПА

Кондратова И.И., канд. техн. наук, доцент, Томашевич С.Е., м.н.с.

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,
г. Минск,

Кондрашова С.Б., зав. лаб.

Институт физиологии НАН Беларуси, г. Минск

Цыганков В.Г., канд. мед. наук, доцент

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

В статье приведены результаты исследования влияния зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, на показатели углеводного, липидного, минерального обмена белых крыс, микрофлору и копрологические характеристики экскрементов, антропометрические показатели развития животных.

In the article cited dates about influence of the zephyr enriched with inulin and oligofructose, on white rats' metabolism of carbohydrates, fats and minerals, faecal microflora, anthropometry indicators.

Ключевые слова: инулин, олигофруктоза, пребиотики, зефир, доклинические исследования, крысы

В настоящее время при разработке новых видов кондитерских изделий большое внимание уделяется повышению биологической ценности продукции, что достигается за счёт использования функциональных ингредиентов и их натуральных сырьевых источников. Перспективными функциональными добавками являются пребиотики (растворимые пищевые волокна), из которых наиболее распространены фруктаны инулин и олигофруктоза.

Функциональные свойства инулина и олигофруктозы обсуждаются в научной литературе достаточно широко. В частности, установлено, что данные вещества обладают бифидогенным (пребиотическим) эффектом, то есть стимулируют рост и активность собственной лакто- и бифидофлоры кишечника. Данный эффект очень важен для поддержания межвидового баланса кишечной микрофлоры в случаях его нарушения при приёме антибиотиков, несбалансированной диеты, стресса, нарушении моторной функции желудочно-кишечного тракта и других факторах, приводящих к возникновению дисбактериоза. Кроме этого, известно, что в толстом кишечнике инулин и олигофруктоза метаболизируются до молочной кислоты, летучих короткоцепочечных жирных кислот (50 %), бактериальной биомассы (40 %) и газов (10 %). Образующиеся органические кислоты понижают кислотность среды в кишечнике и тем самым препятствуют развитию патогенных микроорганизмов [1, с. 25; 2-6]. Также пребиотики положительно влияют на моторную функцию кишечника, нормализуя его опорожнение [7], что приводит к увеличению массы стула и содержания в нём сухих веществ. Помимо нормализации функционирования желудочно-кишечного тракта, пребиотический эффект способствует активизации иммунной системы организма [8].

В своём большинстве экспериментальные исследования функциональных свойств инулина и олигофруктозы проводились при введении в рацион питания животных или человека чистых препаратов пищевых волокон. Однако данные вещества поступают в организм в основном с пищей, поэтому целесообразным является изучение физиологических эффектов от употребления готовых пищевых продуктов, обогащённых этими пребиотиками. Сведения об изучении пребиотических свойств продуктов, в составе которых содержатся инулин и олигофруктоза, немногочисленны. Например, есть данные о применении в диетотерапии сока, кисломолочных продуктов (кефира и йогуртов), продуктов детского питания (молочных смесей и зерновых каш), обогащённых инулином [7-11].

Сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработаны технологии зефира, обогащённого инулином, олигофруктозой, а также смесью инулина и олигофруктозы (Veneo-Orafti S.A., Бельгия). Целью исследования, проводимого совместно с лабораторией прикладной физиологии ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», являлось изучение влияния разработанных кондитерских изделий на состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта и отдельных сторон метаболизма экспериментальных животных.

Материалы и методы исследования. Эксперименты проводили на беспородных крысах самцах с начальной массой 150 г. Использовались 25 животных, которые были разделены на 5 групп: интактная группа (1 группа), группа «плацебо» (2 группа) и основные группы (3, 4 и 5). Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществляли в соответствии с требованиями Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных [12], Международными рекоменда-

циями (1993), а также с соблюдением биоэтических норм и требований Международного комитета по науке [13].

Эксперимент продолжался в течение 37 дней, при этом срок употребления животными зефира, обогащённого пребиотиками, составил 30 дней. Через 7 дней после окончания кормления животных зефиром исследовали эффект последствия.

Характеристика рационов питания экспериментальных групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика рациона питания экспериментальных групп животных

Рацион	Группа интактная (1)	Группа «плацебо» (2)	Основные группы		
			3	4	5
	стандартный корм	С замещением 40% стандартного корма на:			
		зефир, изготовленный по традиционной рецептуре	зефир с инулином	зефир с олигофруктозой	зефир с инулином и олигофруктозой
Суточное употребление пребиотиков	–	–	(4,1±0,1) г	(4,5±0,1) г	(4,8±0,1) г, в т.ч. инулина 3,0±0,1 г, олигофруктозы (1,8±0,1) г
Примечание: Верхний допустимый уровень потребления инулина – 8 г, олигофруктозы – 10 г [14]					

В течение хронического эксперимента проводили:

— копрологическое исследование стула (определение массы в сутки, pH, содержание сухих веществ);

— микробиологическое исследование кала – рост колоний облигатной (нормальной) микрофлоры: лактобактерий (*Lactobacillus*), бифидобактерий (*Bifidobacterium*), энтеробактерий (*Enterobacteriaceae*), а также условно патогенных микроорганизмов: кишечной палочки (*E. Coli*) и золотистого стафилококка (*S. Aureus*);

— количественное определение показателей углеводного обмена (содержание глюкозы в сыворотке крови);

— определение показателей липидного обмена (содержание в сыворотке крови общих липидов, общего холестерина, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности и липопротеинов высокой плотности);

— исследование степени усвоения организмом животных микроэлементов (содержание железа, кальция, магния и цинка в сыворотке крови);

— антропометрические исследования (масса тела животных, высота подкожно-жирового слоя в межлопаточной области).

Результаты исследования и их обсуждение. Копрологические исследования позволяют оценить эффект, оказываемый пищевыми волокнами на процесс функционирования желудочно-кишечного тракта.

Исследование функции кишечника крыс показало, что введение в рацион питания зефира, обогащённого инулином, способствует увеличению массы стула в 2,1 раза по сравнению с интактной группой (на 0,5 г на 1 г употребленного пребиотика), что свидетельствует о способности инулина как пищевого волокна стимулировать перистальтику кишечника.

Положительным эффектом зефира, обогащённого пребиотиками, можно считать достоверное увеличение массы сухого остатка экскрементов. На 30 день содержание сухих веществ кала животных интактной группы составляло (16,0 ± 1,5) %, основных групп – от 25,0 до 26,0 %.

Что касается реакции среды экскрементов, то во всех группах в течение эксперимента отмечены колебания в пределах физиологической нормы. На 30 день исследований значения pH составили: 5,0 ± 0,1 – в 3 группе, 6,0 ± 0,2 – в остальных группах.

Пребиотические свойства зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, исследовали путём оценки влияния продукта на микробиологический состав фекальных масс экспериментальных животных. Результаты приведены в таблице 2.

Установлено, что пребиотическим эффектом обладает зефир, обогащённый олигофруктозой (группа 4), что подтверждается значительным ростом численности колониеобразующих единиц (КОЕ) бифидобактерий и лактобактерий (в 2,1 и 3,8 раза соответственно), а также снижением численности условно патогенных кишечных палочек (в 8,5 раз) и золотистого стафилококка (в 10 раз) по сравнению с интактной группой.

Вместе с тем отмечено, что все образцы зефира стимулируют рост колоний лактобактерий (в 2,5 – 6,9 раза по сравнению с интактной группой) и способствуют снижению численности КОЕ кишечной палочки (в 1,4-5,7 раза).

Таблица 2 – Состояние микрофлоры экскрементов крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Бифидобактерии, КОЕ×10 ¹⁰ /1 г	13,0 ± 5,2 (P<0,01)	19,0 ± 6,8 (P<0,01)	8,0 ± 2,7 (P<0,05)	27,0 ± 8,0 (P<0,05)	4,0 ± 1,0 (P<0,01)
Лактобактерии, КОЕ×10 ⁶ /1 г	11,0 ± 3,5 (P<0,01)	28,0 ± 7,2 (P<0,01)	59,0 ± 8,0 (P<0,01)	42,0 ± 7,9 (P<0,01)	76,0 ± 14,2 (P<0,01)
Энтеробактерии, КОЕ×10 ⁵ /1 г	55,7 ± 8,0 (P<0,01)	22,0 ± 4,3 (P<0,02)	17,5 ± 5,7 (P<0,01)	8,5 ± 3,0 (P<0,01)	14,3 ± 5,1 (P<0,02)
Кишечная палочка, КОЕ×10 ⁵ /1 г	17,0 ± 4,6 (P<0,05)	6,7 ± 1,0 (P<0,05)	12,0 ± 4,2 (P<0,05)	2,0 ± 0,1 (P<0,01)	3,0 ± 0,1 (P<0,01)

Показатели углеводного обмена у животных и человека достаточно полно характеризуют функциональное состояние печени и поджелудочной железы. Для поддержания здоровья организма и обеспечения его энергетических нужд важно поддерживать нормальный уровень глюкозы в крови, т.к. снижение данного показателя ниже минимального предела (гипогликемия) препятствует надлежащему функционированию головного мозга, а повышение (гипергликемия) приводит в конечном итоге к сахарному диабету [15].

Рядом исследователей [16-18] высказано предложение об использовании инулина и олигофруктозы в диабетическом питании, поскольку они не влияют на уровень глюкозы в крови. Однако эта информация во многом противоречива и требует дополнительных доказательств. Поэтому нами было принято решение о проведении исследования влияния употребления в пищу зефира, обогащённого пребиотиками, на содержание глюкозы в сыворотке крови экспериментальных животных.

Установлено, что употребление в пищу контрольного образца зефира и зефира, обогащённого олигофруктозой, не приводит значительному к изменению уровня глюкозы в крови, по сравнению с интактной группой. Содержание глюкозы в сыворотке крови крыс составляет около 4,5 ммоль/л при значении 4,9 ммоль/л у интактной группы. Введение в рацион питания крыс зефира с инулином и его смесью с олигофруктозой приводит к некоторому снижению уровня глюкозы в сыворотке крови экспериментальных животных.

Рядом авторов отмечен положительный эффект инулина и олигофруктозы на липидный обмен человека и животных: снижение уровня холестерина, липопротеидов низкой плотности и триглицеридов в крови, а также повышение содержания липопротеидов высокой плотности [1, с. 26; 16; 18].

Холестерин – основной липид крови, который в организме синтезируется клетками печени или поступает в него с пищей. Он используется в качестве строительного компонента клеточных мембран организма (например, мышц, мозга, печени), а также участвует в выработке гормонов, метаболизме жирорастворимых витаминов. Количество общего холестерина является одним из самых важных показателей липидного обмена и косвенно отражает риск развития атеросклероза.

Холестерин циркулирует в крови в виде комплексных соединений с белками: липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеинов высокой плотности (ЛПВП). Изменение соотношения содержания данных соединений в крови может являться фактором риска в возникновении атеросклероза. ЛПНП переносят холестерин из клеток печени к другим клеткам организма, в результате чего он может откладываться на стенках артерий. ЛПВП, наоборот, доставляют холестерин от клеток обратно в печень, где он расщепляется или выводится из организма. ЛПВП вырабатываются в организме под влиянием систематических средне- или умеренно интенсивных физических нагрузок.

Триглицериды поступают в организм либо с жирами пищи, либо синтезируются в организме из глицерина и жирных кислот, избытка углеводов. Если уровень триглицеридов в крови высокий, то возрастает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [15].

Проведено исследование влияния употребления в пищу зефира, обогащённого пребиотиками, на состояние липидного обмена экспериментальных животных. Результаты приведены в таблице 3.

Биохимические исследования сыворотки крови лабораторных животных показали, что введение в рацион питания зефира, обогащённого инулином (группа 3), приводит к снижению уровня триглицеридов в 1,5-1,8 раза и некоторому увеличению концентрации ЛПВП (в 1,05-1,3 раза) по сравнению с интактной группой и группой «плацебо». При включении в рацион питания зефира, обогащённого олигоф-

руктозой (4 группа), наблюдали уменьшение содержания общих липидов на 17 – 36 % и незначительное снижение холестерина – на 7 %. Статистически достоверных различий в биохимических показателях липидного обмена у животных, употреблявших зефир со смесью инулина и олигофруктозы (5 группа), от групп сравнения выявлено не было.

Таблица 3 – Показатели липидного обмена у крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Общие липиды, ммоль/л	9,25 ± 0,34 (P<0,1)	10,35 ± 1,47 (P<0,1)	10,98 ± 1,10 (P<0,1)	7,63 ± 1,11 (P<0,1)	8,97 ± 0,61 (P<0,1)
Общий холестерин, ммоль/л	2,56 ± 0,20 (P<0,1)	1,41 ± 0,24 (P<0,01)	2,89 ± 0,54 (P<0,1)	2,39 ± 0,37 (P<0,1)	2,92 ± 0,81 (P<0,1)
Лipoproteины высокой плотности, ммоль/л	0,77 ± 0,07 (P<0,1)	0,62 ± 0,06 (P<0,1)	0,81 ± 0,09 (P<0,1)	0,58 ± 0,06 (P<0,1)	0,57 ± 0,08 (P<0,1)
Лipoproteины низкой плотности, ммоль/л	1,13 ± 0,23 (P<0,1)	1,41 ± 0,09 (P<0,02)	1,70 ± 0,43 (P<0,1)	1,32 ± 0,34 (P<0,1)	1,14 ± 0,36 (P<0,1)
Триглицериды, ммоль/л	1,53 ± 0,15 (P<0,1)	1,22 ± 0,54 (P<0,1)	0,84 ± 0,25 (P<0,05)	1,54 ± 0,11 (P<0,1)	1,68 ± 0,13 (P<0,1)

Организм животных и человека очень чувствителен к недостатку минеральных веществ. Эти вещества имеют неорганическую природу, но влияют на все жизненно важные процессы. Причём для организма важно не только абсолютное количество отдельных минеральных веществ, но и соотношение между ними. О состоянии минерального обмена можно судить по содержанию макро- и микроэлементов в сыворотке крови.

Предполагается, что инулин и олигофруктоза имеют способность повышать усвояемость организмом различных минеральных компонентов пищи: железа, цинка, кальция, магния [1; 19].

Поскольку минеральные вещества входят в состав всех органов и тканей организма, участвуют в протекании большинства жизненно важных физиологических и биохимических процессов, обмене веществ, функционировании нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма, нами было исследовано содержание кальция, магния, железа и цинка в крови у экспериментальных животных после употребления в пищу зефира функционального назначения (результаты представлены в таблице 4).

Таблица 4 – Содержание минеральных веществ в сыворотке крови крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Железо, мкмоль/л	6,70 ± 0,20 (P<0,05)	9,27 ± 0,89 (P<0,02)	8,29 ± 0,62 (P<0,05)	7,89 ± 0,56 (P<0,05)	8,60 ± 0,66 (P<0,02)
Цинк, мкмоль/л	11,98 ± 0,45 (P<0,1)	11,40 ± 0,32 (P<0,1)	13,94 ± 0,19 (P<0,001)	15,90 ± 0,18 (P<0,001)	13,06 ± 0,29 (P<0,1)
Кальций, ммоль/л	2,74 ± 0,08 (P<0,1)	2,84 ± 0,08 (P<0,1)	2,35 ± 0,27 (P<0,1)	2,44 ± 0,19 (P<0,1)	2,62 ± 0,16 (P<0,1)
Магний, ммоль/л	0,67 ± 0,03 (P<0,1)	0,64 ± 0,09 (P<0,1)	0,60 ± 0,03 (P<0,1)	0,67 ± 0,06 (P<0,1)	0,65 ± 0,04 (P<0,1)

Полученные экспериментальные данные показали, что после длительного кормления животных зефиром функционального назначения содержание железа и цинка в крови животных повышается в 1,1-1,3 раза. Уровень усвояемости кальция и магния у животных основных групп приближен к значениям интактной группы и группы «плацебо». Это указывает на то, что обмен кальция в организме не нарушается, при этом содержание свободного кальция находится в пределах нормы, а количество магния поддерживается на адекватном уровне.

Проведенные антропометрические исследования позволили установить, что за период проведения эксперимента величина привеса животных составила: в интактной группе и группе «плацебо» – в среднем 50 г, в основных группах – от 85 до 100 г. Необходимо отметить, что увеличение массы тела животных основных групп и группы «плацебо» происходило за счет наращивания мышечной массы, а не жировой ткани, что подтверждается состоянием подкожно-жирового слоя, который оценивали по величине кожной складки в межлопаточной области (результаты приведены в таблице 5).

Таблица 5 – Состояние подкожно-жирового слоя крыс после употребления зефира, обогащённого пребиотиками

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Высота кожной складки в межлопаточной области (мм)	14,0 ± 2,0	25,0 ± 3,0	28,0 ± 4,0	21,0 ± 3,0	24,0 ± 3,0
Толщина кожной складки у основания (мм)	23,0 ± 3,0	6,0 ± 1,0	4,0 ± 2,0	8,0 ± 2,0	6,0 ± 1,5

Установлено, что у животных основных групп высота кожной складки в межлопаточной области превышает в 1,5-2 раза показатель интактной группы, что обусловлено более быстрым ростом животных. При этом для данных групп характерно меньшее значение толщины кожной складки у основания (в 2,9-5,8 раза), что свидетельствует о меньшем подкожном жировом слое животных. Вскрытие животных показало, что у интактной группы жировая масса преобладала над мышечной, в то время как у животных остальных групп накопление жировой массы не наблюдалось. Таким образом, антропометрические исследования позволили установить, что энергия от поступления в организм экспериментальных животных зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, способствует увеличению мышечной массы. Данный нестероидный анаболический эффект, по-видимому, объясняется стимулированием фруктанами биосинтеза белка и обеспечением ими сжигания жиров [20].

В литературных источниках встречается информация о том, что после исключения из рациона инулина и олигофруктозы в течение 2-3 недель сохраняются некоторые положительные, так называемые «отдаленные», эффекты действия данных пребиотиков, в частности бифидогенный [21].

Анализ всех вышеописанных показателей жизнедеятельности организма животных через 7 дней после исключения из рациона питания зефира показал следующее. В группе 3 сохранился эффект увеличения массы стула (в 1,7 раза по сравнению с интактной группой, $P < 0,01$). Также в основных группах сохранилось большее содержание сухих веществ в экскрементах: $[(25,6...26,9) \pm 3,5] \%$ при $(18,9 \pm 1,7) \%$ у интактной группы. Реакция среды экскрементов интактных животных находилась на уровне $8,1 \pm 0,7$, животных основных групп – $(6,6...6,9) \pm 0,5$.

Важным фактом явилось сохранение через 1 неделю бифидогенного эффекта. Так, в экскрементах животных групп 3 и 4 численность колоний бифидобактерий превышала значение интактной группы в 2,7-3,3 раза, лактобактерий – в 4,1-7,25 раза.

Биохимические показатели крови, а также показатели минерального обмена у животных основных групп находились на уровне значений интактной группы.

Выводы. Проведенные исследования позволили выявить спектр функциональных эффектов, оказываемых пастильными кондитерскими изделиями, обогащёнными инулином и олигофруктозой.

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанные пищевые продукты в качестве функциональных для предупреждения и устранения дисбактериоза кишечника, мягкой коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта, устранения запоров, нормализации работы желудочно-кишечного тракта. Кроме того, новые виды зефира, обогащённого инулином и олигофруктозой, могут быть рекомендованы для спортсменов и людей с заболеваниями, сопровождающимися потерей мышечной массы.

Литература

1. Complex carbohydrates in foods. Edited by Leon Prosky, Susan Sungsoo Cho and Mark Dreher. Chapter 4. Dietary fiber properties and health benefits of non-digestible oligosaccharides. M.B. Roberfroid// CRC Press 1999, p. 661.
2. Roberfroid, M.B. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products/ Marcel B. Roberfroid, Jan A. E. Van Loo and Glenn R. Gibson// J. Nutr. 128: 11–19, 1998.
3. Roberfroid, M.B. Health benefits of non-digestible oligosaccharides/ Adv Exp Med Biol, 1997, 427.: 211-9.
4. Gibson, G. R. Fermentation of non-digestible oligosaccharides by human colonic bacteria / Glenn R. Gibson, Anne Willems, Sally Reading and M. David Collins // Proceedings of the Nutrition Society (1996), 55,899-9 12, Symposium 2, p. 899-912.
5. Roberfroid, M.B. Functional effects of food components and the gastrointestinal system: chicory fructooligosaccharides// Nutr Rev, 1996 Nov, 54:11 Pt 2, S38-42.
6. Bouhnik, Y. The capacity of short-chain fructo-oligosaccharides to stimulate faecal bifidobacteria: a dose-response relationship study in healthy humans / Yoram Bouhnik, Laurent Raskine, Guy Simoneau, Damien Paineau and Francis Bornet// Nutrition Journal, 2006, 5:8.

7. Пилипенко, В.И. Эффективность использования кисломолочных продуктов, обогащённых инулином, у больных с функциональными запорами/ В.И. Пилипенко, Е.А. Бурляева, А.К. Шаховская, В.А. Исаков // Вопросы питания. Том 78. – 2009. – №3. – С. 56-61.
8. Herich, R. Lactic acid bacteria, probiotics and immune system/ R. Herich, M. Levkut. – Vet. Med. – Czech, 47, 2002 (6): 169–180.
9. Погожева, А.В. Влияние диеты, обогащённой инулином, на клинический статус и показатели гуморального иммунитета у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями/ А.В. Погожева, С.А. Дербенева, Е.К. Байгарин, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина // Вопросы питания. – 2006. – №3. – С. 27-31.
10. Лазарева, Т.С. Влияние новой молочной смеси с пребиотиками на функциональное состояние ЖКТ у детей первого полугодия жизни/ Т.С. Лазарева и др. // Вопросы детской диетологии. – 2007. – Т. 5, №6. – С. 17-21.
11. Конь, И.Я. Пребиотики в продуктах детского питания: изучение эффективности каши, обогащённой пребиотиком в питании детей первого года жизни/ И.Я. Конь, Т.В. Абрамова, О.В. Георгиева и др.// Вопросы детской диетологии. – 2008, т. 6, №1. – С. 66-70.
12. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных [Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г., № 755].
13. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimentation and other Scientific Purposes, N 123 of 18 March 1986.
14. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. №299. Приложение 5. Величины суточного потребления пищевых и биологически активны веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) и БАД к пище.
15. Хиггинс, К. Расшифровка клинических лабораторных анализов / К. Хиггинс; пер. с англ.; под ред. проф. В. Л. Эмануэля. – 3-е изд., испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 376 с.
16. Alles, MS. Consumption of fructooligosaccharides does not favorably affect blood glucose and serum lipid concentrations in patients with type 2 diabetes/ Alles MS; de Roos NM; Bakx JC; van de Lisdonk E; Zock PL; Hautvast GA// Am J Clin Nutr, 1999 Jan, 69:1, 64-9.
17. Niness, K.R. Inulin and oligofructose: what are they?/ J Nutr. 1999 Jul; 129 (7 Suppl):1402S-6S.
18. Gaafar, A. M. Extraction conditions of inulin from jerusalem artichoke tubers and its effects on blood glucose and lipid profile in diabetic rats / A. M. Gaafar; M. F. Serag El-Din; E. A. Boudy and H. H. El-Gazar // Journal of American Science 2010;6(5).
19. Ohta, A. Calcium and magnesium absorption from the colon and rectum are increased in rats fed fructooligosaccharides / A. Ohta; M. Ohtsuki; S. Baba; T. Adachi; T. Sakata; E. Sakaguchi // J Nutr, 1995 Sep, 125:9, 2417-24.
20. Хавкин, А.И. Пробиотические продукты питания и естественный иммунитет //Лечащий врач. – 2009. – N8. – С. 84-86.
21. Kruse, H.P. Effects of inulin on faecal bifidobacteria in human subjects/ H.P. Kruse, Kleessen B, Blaut M. //Br J Nutr. 1999 Nov; 82(5):375-82.

УДК 664.143:66.081

НАДАННЯ МАРШМЕЛОУ СТАТУСУ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ І ДІЄТИЧНИЙ ПРОДУКТ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТИТОЛУ ТА ФРУКТОЗИ

Дорохович А.М., д-р техн. наук, професор, Бадрук В.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Досліджено властивості поліолу мальтитулу з точки зору доцільності та можливості використання при виробництві піноподібного кондитерського виробу маршмеллоу функціонального та дієтичного призначення. Мальтитол має значні переваги над сахарозою: нижчу калорійність і глікемічний індекс, виконує роль фізіологічно-функціонального інгредієнта, тому що володіє пребіотичним ефектом. Досліджено властивості маршмеллоу при використанні суміші мальтитулу та фруктози. Визначено сорбційно-десорбційні властивості нових виробів маршмеллоу.

The properties of polyols maltitol in terms of feasibility and possible use in the manufacture of confectionery products spumy marshmallow functional and dietary purposes. Maltitol has significant advantages over sucrose: lower calorie and glycemic index serves as a physiologically functional ingredient because it have effect of pre-

biotic. The properties of marshmallow mixture using maltitol and fructose. Determined sorption-desorption properties of new products marshmallow.

Ключові слова: цукор, пребіотик, глікемічний індекс, сорбція, десорбція.

Однією із проблем людства є те, що людина, озброївшись науковими і технічними знаннями, намагається виправити або покращити природу. Упродовж тисячоліть люди харчувались природними продуктами, не використовуючи рафіновані цукри та жири.

Споживання легкозасвоюваних вуглеводів потребує для засвоєння гормону інсулін. Надлишкове їхнє споживання сприяє розвитку захворювань на цукровий діабет, ожиріння. Цукровий діабет сьогодні посідає третє місце після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Кількість хворих цією хворобою за офіційними даними на території України становить понад 1,1 млн. Ця кількість з кожним роком зростає. Однак за неофіційними даними вважається, що кількість хворих у 3 рази більша.

Основною складовою більшості кондитерських виробів є цукор (сахароза), яку не можна споживати хворим на цукровий діабет. Тому для вирішення проблеми виробництва кондитерських виробів, які можна споживати всім групам населення, в тому числі і хворим на цукровий діабет, потрібний пошук альтернативної сировини, яка б могла повністю замінити сахарозу. Аналіз ринку України показує, що кондитерська промисловість виробляє дуже мало кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет, а маршмеллоу взагалі не виробляється.

У цивілізованих країнах сьогодні інтенсивно розвивається промислове виробництво «здорових» харчових продуктів, в тому числі і дієтичних для хворих на цукровий діабет. При їхньому виробництві використовуються поліоли нового покоління (мальтитол, еритритол, ізомальтитол, лактитол тощо). Нашу ж увагу привернув цукрозаміник (поліол) природного походження – мальтитол.

Мальтитол володіє рядом переваг: мальтитол не потребує для засвоєння гормону інсуліну, не викликає карієсу зубів. Його використання дозволяє отримати вироби із зниженою калорійністю. У порівнянні із сахарозою, калорійність якої становить 4,0 ккал/г, мальтитол має лише 2,4 ккал/г, сприяє кращому засвоєнню мінеральних речовин. Солодкість мальтитолу в порівнянні з сахарозою (100 %) становить 90 %. Глікемічний індекс становить 36 %, а сахарози – 68 %, глюкози – 100 %. Володіє пребіотичними властивостями, тобто сприяє росту і розвитку мікрофлори кишечника, яка в свою чергу пригнічує ріст і розмноження патогенних мікроорганізмів за рахунок зменшення кишкового рН [1, 2, 3].

Проведені нами дослідження кінематичної в'язкості розчинів сахарози та мальтитолу показали, що в'язкість розчинів мальтитолу дещо більша в порівнянні із розчином сахарози, але незначно (від 5 до 20 % залежно від концентрації та температури). Це вказує на те, що використання мальтитолу не потребує суттєвих змін технологічних параметрів при виробництві кондитерських виробів.

Дослідження поверхневого натягу та густини розчину мальтитолу показали, що поверхневий натяг розчинів мальтитолу значно менший від розчинів сахарози при різних концентраціях (до 15 %). Густина розчину менша на 0,5 – 1 %. Все це вказує на доцільність використання мальтитолу при виробництві піноподібних кондитерських мас.

Зараз на ринку України з'явився новий кондитерський виріб маршмеллоу піноподібної структури, який користується великим попитом. У НУХТі розроблена технологія маршмеллоу, яка захищена патентом України. Ця технологія дозволяє виробляти маршмеллоу на наявному на багатьох фабриках обладнанні. Згідно з цією технологією при виробництві маршмеллоу використовують цукор білий кристалічний у вигляді цукрової пудри і тому такий виріб не можуть споживати хворі на цукровий діабет.

Метою нашої роботи було розроблення технології маршмеллоу на мальтитолі, що дозволяє споживати їх всім групам населення, в тому числі і хворим на цукровий діабет.

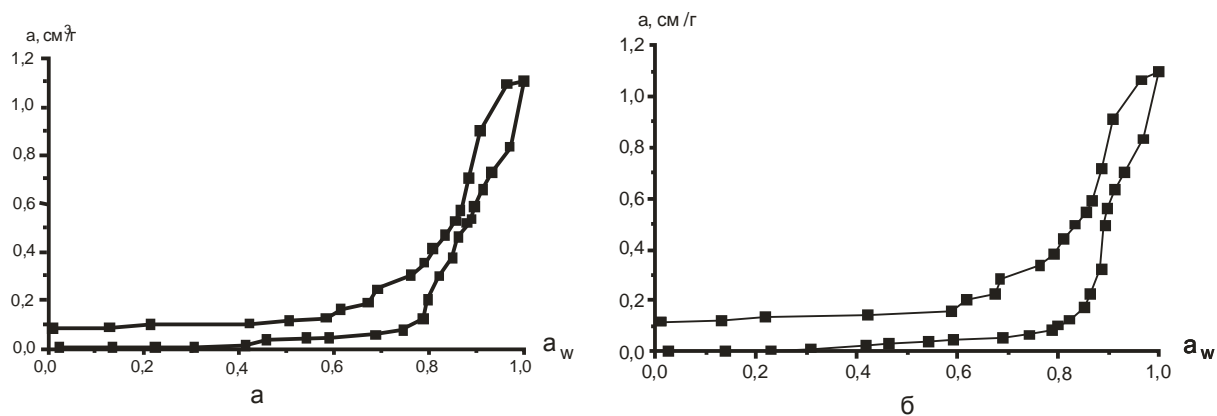
Технологія НУХТ передбачає використання желатину у вигляді розчину з гідромодулем желатин:вода 1:8. Використання такого ж гідромодуля при виробництві маршмеллоу на мальтитолі не забезпечує необхідних пружно-еластичних властивостей виробів, які обумовлює желатин. Тому це потребувало зміни кількості драг-леутворювача – желатину. Проводили дослідження зі збільшення кількості желатину та визначення структурно-механічних властивостей отриманих зразків виробів. Визначення проводили на автоматичному пенетрометрі АП-4/2. Визначали граничну загальну, пружну деформацію, відносну пластичність, відносну пружність та граничну напругу зсуву. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Досліди показали, що зразок № 4 за структурно-механічними показниками наближається до зразка на цукрі білому кристалічному (контрольному). При цьому кількість желатину була збільшена в 1,9 рази.

Маршмеллоу на цукрі має властивості втрачати вологу, тому піддається пакуванню. Необхідно було провести дослідження сорбційно-десорбційних властивостей маршмеллоу на мальтитолі. Криві сорбції-десорбції наведено на рис 1.

Таблиця 1 – Значення структурно-механічних показників зразків маршмелу з різною кількістю драглеутворювача

Зразок	Кількість желатину, % до маси цукру (цукрозамінника)	Загальна деформація, од. приладу	Пружна деформація, од. приладу	Відносна пластичність, %	Відносна пружність, %	Гранична напруга зсуву, кПа
Контрольний на цукрі	4,0	138	21	84,7	15,2	1,46
№ 1	4,0	145	28	80,7	19,3	1,40
№ 2	5,2	142	26	81,7	18,3	1,43
№ 3	6,4	141	24	83,0	17,0	1,45
№ 4	7,6	136	20	85,3	14,7	1,47
№ 5	8,8	130	16	87,7	12,3	1,50



а) – на цукрі, б) – на мальтитолі

Рис. 1 – Криві сорбції-десорбції зразків маршмелу

Для аналізу отриманих результатів ізотерми сорбції поділено на три зони: I – низького вологовмісту, II – середнього вологовмісту, III – високого вологовмісту (табл. 2). Перша зона відповідає мономолекулярній адсорбції, друга зона – полімолекулярній адсорбції, третя – капілярній адсорбції.

Таблиця 2 – Вміст води по зонах ізотерм сорбції

Маршмелу на основі:	Вміст води по зонах ізотерм сорбції, см ³ /г		
	I ($A_w = 0 - 0,25$)	II ($A_w = 0,26 - 0,75$)	III ($A_w = 0,76 - 1,00$)
цукру білого кристалічного	0,00 – 0,00	0,00 – 0,07	0,07 – 1,10
мальтитолу	0,00 – 0,01	0,01 – 0,09	0,09 – 1,11

Маршмелу на цукрі при $a_w = 0,25$ не поглинає вологи, а зразок на мальтитолі поглинає близько 1 % вологи. Аналіз ізотерм сорбції показав, що всі види маршмелу у II зоні, тобто зоні полімолекулярної адсорбції проявляють сорбційні властивості як на цукрі, так і на мальтитолі. Однак на мальтитолі на 2 % більше. Згідно з ТУ маршмелу повинно зберігатися при температурі 18 – 20 °С при відносній вологості 70 – 75 %, що відповідає $a_w = 0,7 - 0,75$, рівноважна вологість маршмелу при $a_w = 0,7$ на мальтитолі рівна 8 %, на цукрі – 6 %, при $a_w = 0,75$ відповідно 9 % та 7 %. Вологість маршмелу рівна 18,5 %. Таким чином, маршмелу на мальтитолі, як і на цукрі, будуть втрачати вологу при зберіганні і усушати.

Для запобігання швидкого видалення вологи з виробу доцільно до рецептурного складу ввести вологоутримувальну сировину. Зараз на ринку України при виробництві виробів для хворих на цукровий діабет знайшла широке використання фруктоза, яка володіє високою гігроскопічністю. Досліди проведені нами тільки на фруктозі показали неможливість її використання через високу адгезію (липкість). Тому метою наступного дослідження було встановлення раціонального використання мальтитолу і фруктози, що підвищує рівноважну вологість і усуває липкість готового виробу. Буде проведено великий комплекс

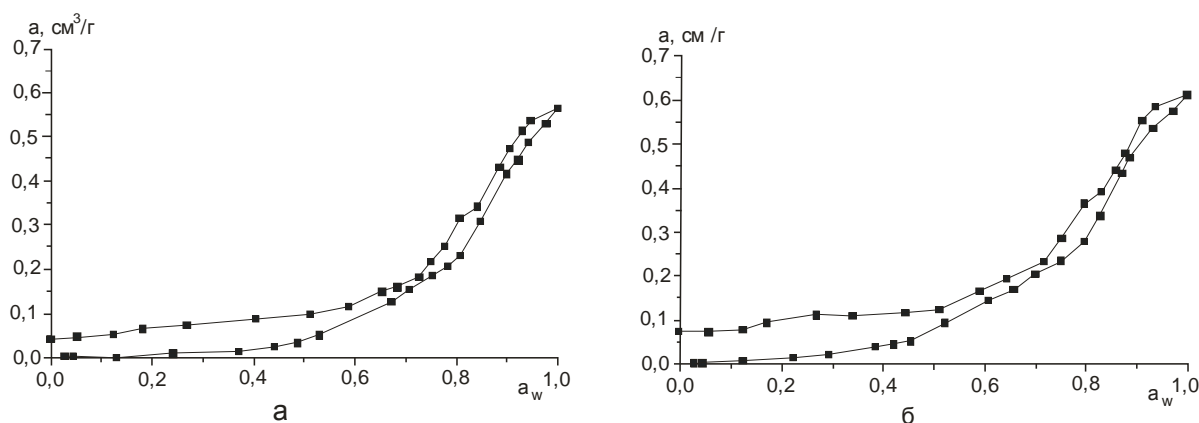
досліджень, у яких мальтитол замінювали на фруктозу в кількості від 10 до 60 %. Отримані результати наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення структурно-механічних показників маршмелову з різним % фруктози

Зразок	Кількість фруктози, %	Загальна деформація, од. приладу	Пружна деформація, од. приладу	Відносна пластичність, %	Відносна пружність, %	Гранична напруження зсуву, кПа
Контрольний на цукрі	–	138	21	84,7	15,2	1,46
№ 1	10	133	18	86,5	13,5	1,45
№ 2	20	134	19	85,8	14,2	1,43
№ 3	30	136	20	85,3	14,7	1,41
№ 4	40	138	21	84,8	15,2	1,40
№ 5	50	139	23	83,4	16,5	1,36
№ 6	60	141	27	80,8	19,1	1,32

До контрольного зразка наближаються зразки № 3 та № 4, в яких вміст фруктози до маси мальтитолу складає 30 – 40 %. Безумовно, нас цікавило, як така заміна вплине на сорбційно-десорбційні властивості виробів маршмелову.

Криві сорбції-десорбції наведено на рисунку 2.



а) – 30 % фруктози, б) – 40 % фруктози

Рис. 2 – Криві сорбції-десорбції маршмелову на суміші мальтитолу та фруктози

Отримані результати представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Вміст води по зонах ізотерм сорбції

Маршмелову на основі:	Вміст води по зонах ізотерм сорбції, см ³ /г		
	I (A _w = 0 – 0,25)	II (A _w = 0,26 – 0,75)	III (A _w = 0,76 – 1,00)
Мальтитолу та фруктози (30 %)	0,00 – 0,01	0,01 – 0,18	0,18 – 0,56
Мальтитолу та фруктози (40 %)	0,00 – 0,03	0,03 – 0,24	0,24 – 0,62

Ми вважаємо, раціональне співвідношення мальтитол/фруктоза складає 70/30 %. Оскільки умови зберігання можуть змінюватися, то для збереження структурно-механічних властивостей і забезпечення мікробіологічних показників виробів ми рекомендуємо їх герметично пакувати.

Згідно із запропонованою технологією розроблені рецептури на нові види маршмелову, визначено енергетичну цінність та показник глікемічності, методика якого була розроблена в НУХТ і захищена патентом. Розрахунок показника дано в таблиці 5 [4].

Таблиця 5 – Рецептурний склад та визначення кількості вуглеводних одиниць

Найменування сировини	Кількість сировини в 100г готового продукту	Вміст вуглеводів та глікемічних одиниць									
		Вуглевод 1, ГІ=C ₁		Вуглевод 2, ГІ=C ₂		Вуглевод 3, ГІ=C ₃		Вуглевод 4, ГІ=C ₄		Вуглевод 5, ГІ=C ₅	
		В 100 г		В 100 г		В 100 г		В 100 г		В 100 г	
		сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту
1-ша сировина	b_1	a_1^1	$a_1^1 b_1$	a_1^2	$a_1^2 b_1$	a_1^3	$a_1^3 b_1$	a_1^4	$a_1^4 b_1$	a_1^5	$a_1^5 b_1$
2-га сировина	b_2	a_2^1	$a_2^1 b_2$	a_2^2	$a_2^2 b_2$	a_2^3	$a_2^3 b_2$	a_2^4	$a_2^4 b_2$	a_2^5	$a_2^5 b_2$
.
.
.
m сировина	b_m	a_m^1	$a_m^1 b_m$	a_m^2	$a_m^2 b_m$	a_m^3	$a_m^3 b_m$	a_m^4	$a_m^4 b_m$	a_m^5	$a_m^5 b_m$
У в 100 г продукту			x_1		x_2		x_3		x_4		x_5

$$CG = C_1(a_1^1 b_1 + a_2^1 b_2 + \dots + a_m^1 b_m) + C_2(a_1^2 b_1 + a_2^2 b_2 + \dots + a_m^2 b_m) + C_3(a_1^3 b_1 + a_2^3 b_2 + a_m^3 b_m) + C_4(a_1^4 b_1 + a_2^4 b_2 + \dots + a_m^4 b_m) + C_5(a_1^5 b_1 + a_2^5 b_2 + \dots + a_m^5 b_m),$$

де C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 – коефіцієнти, що показують (в нашому випадку) глікемічний індекс окремих вуглеводів). Результати розрахунку енергетичної цінності та показника глікемічності представлені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Енергетична цінність та показник глікемічності

Зразок	Енергетична цінність, ккал/г	Показник глікемічності, од.
На цукрі білому кристалічному	343,49	51,16
На мальтитолі	214,35	27,48
На мальтитолі та фруктозі	238,89	25,57

Таким чином, виходячи з отриманих результатів, робимо висновок: вироби на мальтитолі мають на 37,6 % та на суміші мальтитолу та фруктози на 30,5 % меншу енергетичну цінність у порівнянні з контрольним зразком на цукрі білому кристалічному. Показник глікемічності у зразку на мальтитолі менший 46,3 %, а на суміші мальтитолу та фруктози на – 50,01 % менший. Отже, дані вироби можна віднести до виробів пониженої калорійності. Згідно з запропонованою проф. Дорохович А.М. термінологією, вироби, які мають показник глікемічності менший на 25 % від показника глікемічності виробу, взятого за контрольний, заслуговують статусу виробів із «редукованою глікемічністю».

Висновки

1. Розглянуто та досліджено основні властивості цукрозамінника (поліолу) мальтитолу. Визначена можливість використання мальтитолу при виробництві піноподібного кондитерського виробу маршмелу.

2. Встановлена і науково обґрунтована доцільність використання суміші поліолу мальтитолу та моноцукриду фруктози у співвідношенні 70:30, що дало можливість наблизити значення рівноважної вологості маршмелу до вмісту води, що запропоновано в рецептурі вихідного зразка. Це вказує на те, що вироби при зберіганні не будуть ні намокати, ні висихати.

3. Розраховані глікемічність, згідно з показником глікемічності, та енергетична цінність нових видів маршмелу показує, що використання мальтитолу і фруктози дає можливість виробляти виріб із статусом «функціональний харчовий продукт» шляхом використання мальтитолу та «дієтичний харчовий продукт» за рахунок використання фруктози та мальтитолу.

Література

1. Полубрик М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М. О. Полумбрик. – К.: Академія, 2011. – 487 с.

2. Дорохович А. Н. Сахарозаменители, их преимущества и недостатки с позиции применения в производстве кондитерских изделий / А. Н. Дорохович, В. В. Дорохович, О. М. Яременко // Продукты и ингредиенты. 2007. – № 2. – С. 28 – 30.
3. Дорохович В. В. Сахарозаменители нового поколения и их использование при производстве диетических кондитерских изделий / В. В. Дорохович // Продукты и ингредиенты. 2006. – № 4. – С. 18 – 20.
4. Пат. 40623 Україна, МПК А 23 L 1/10 Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту / А. М. Дорохович, В.М. Ковбаса, М.П. Гуліч, В.В. Дорохович, О.М. Яременко; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – заявл 10.07.2008., опубл. 27.04.2009. Бюл. № 8.

УДК 664.68

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФРУКТОВИХ НАЧИНОК

Калакура М.М., канд. техн. наук, професор, Щирська О.В.
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», м. Київ

У статті вивчено фізико-хімічні властивості найбільш поширених структуроутворювачів та обґрунтовано доцільність використання деяких з них у технологіях фруктових виробів. Досліджено вплив гідроколоїдів на реологічні властивості фруктових начинок і визначено мікробіологічні показники.

In the article learned physical-chemical properties of the most wide structure formators has been investigated and the expediency of some of them using in fruit goods technology. The influence of hydrocolloids on the rheological properties of fruit stuffing's and defined microbiological indicators.

Ключові слова: гідроколоїди, ксантанова камедь, гуарова камедь, коньячний манан, яблучні начинки.

Кондитерські вироби користуються не меншим попитом у населення, ніж кулінарні чи борошняні. Особлива увага населення зосереджена на кондитерських виробках із желейними та фруктовими начинками.

На сьогодні харчова промисловість пропонує досить широкий спектр наповнювачів для кондитерських виробів: підвари, начинки, повидло, желе. Начинки можна поділити на такі групи, які проходять процес термічного оброблення і ті, які не проходять його [1]. До начинок, які підлягають тепловому обробленню висувається ряд вимог: висока швидкість драглеутворення і піноутворення, достатня міцність та стабільність після надання відповідної форми, стійкість до дії температури, відсутність синерезису при зберіганні [2].

У сучасному харчовому виробництві широкого використання набули різноманітні харчові добавки, серед яких особливе місце займають регулятори консистенції, що застосовуються для цілеспрямованої зміни властивостей напівфабрикатів та формування необхідних реологічних властивостей готових продуктів [3]. Загущувачі, стабілізатори, geleутворювачі, структуроутворювачі надають необхідну в'язкість і текстуру різним харчовим продуктам.

Технологічні властивості харчових добавок дозволяють визначити її конкретне значення при використанні їх в якості інгредієнтів у рецептурах кондитерських виробів.

Основними представниками гідроколоїдів, які застосовуються у виробництві кондитерських виробів, є желатин, камеді ксантану, гуара, рожкового дерева, тара, коньячна камедь, карагенани, агар, модифіковані крохмалі тощо.

Застосування будь-якого з гідроколоїдів у технології фруктових начинок залежить від низки чинників: рівномірність розчинення у воді, утворення стабільної в'язкої структури, стійкість до синерезису, прозорість забарвлення, економічна доцільність, доступність. Із літературних джерел відомі всі наведені властивості гідроколоїдів [3, 4, 5].

Нами були досліджені процеси зміни в'язкості фруктових начинок при використанні гідроколоїдів в якості структуроутворювачів.

Фруктові начинки є групою виробів зі своїми фізико-хімічними, реологічними, структурними особливостями. При їхньому виробництві важливе значення має процес структуроутворення, який залежить від фізико-хімічних властивостей структуроутворювача і механізму його взаємодії з іншими компонентами рецептурної суміші. Згідно з технологічними інструкціями фруктові начинки повинні мати вологість не більше 26 %. Тому нами для досліджень були обрані ксантанова камедь, камедь гуару та коньячний манан.

У процесі досліджень вивчали вплив галактоманнанів на структуру фруктових начинок та їхню ефективну в'язкість, яку визначали на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2». Результати досліджень наведені на рисунках 1, 2, 3, 4

Об'єктом досліджень нами була обрана традиційна рецептура яблучної начинки [6], яка слугувала контролем. У дослідних зразках загусником нами використовувалась суміш гідроколоїдів або окремі з них. Нами досліджена ефективна в'язкість зразків яблучної начинки із неочищених від шкірки яблук з додаванням 3 % коньячного манану (зразок 2) та 5 % (зразок 3), з очищених яблук із додаванням коньячного манану у вищезазначених кількостях (зразки 4, 5, 6). Дослідження показали, що ефективна в'язкість яблучних начинок зростає із збільшенням вмісту гідроколоїдів. Встановлено, що оптимальним є вміст коньячного манану в кількості 5 % до маси начинки. Досліджено також вплив суміші гуарової та ксантанової камедей (1:1) на ефективну в'язкість яблучної начинки з очищених яблук (зразок 7) при вмісті суміші в начинці 3 % (зразок 9) та 5 % (зразок 8), з неочищених яблук (зразок 10) при додаванні такої ж кількості суміші (зразок 12, 11).

Нами були проведені мікробіологічні дослідження в Інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, які показали, що усі виготовлені зразки яблучної начинки за традиційною рецептурою та з додаванням гідроколоїдів відповідають мікробіологічно-санітарним нормам до якості продовольчої сировини та продуктів харчування (табл. 1).

Таблиця 1 – Санітарно-мікробіологічні показники якості експериментальних зразків яблучної начинки за традиційною рецептурою та з додаванням гідроколоїдів

Мікробіологічні показники	Виявлено у зразках			Допустимі рівні
	Яблучна начинка з неочищених яблук (контроль)	Яблучна начинка з неочищених яблук з додаванням гуару (4%) та ксантану (2%)	Яблучна начинка з неочищених яблук з додаванням коньячного манану (3%)	
Мезофільні аеробні та факультативно анаеробні мікроорганізми КУО в 1г продукту, не більше	3-4x10 ¹	2-3x10 ¹		1x10 ³
Бактерії групи кишкової палички, в т.ч. коліморфні в 1г продукту	не виявлено	не виявлено		не допустимо
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонел, в 25г продукту.	не виявлено	не виявлено		не допустимо
Дріжджі КУО в 1г, не більше	не виявлено	не виявлено		10 ²
Плісняві гриби КУО в 1г, не більше	не виявлено	не виявлено		10

Отже, на основі проведених досліджень показано, що усі зразки яблучної начинки, виготовленої за традиційною рецептурою та з додаванням гідроколоїдів, відповідають мікробіологічно-санітарним нормам до якості продовольчої сировини та продуктів харчування.

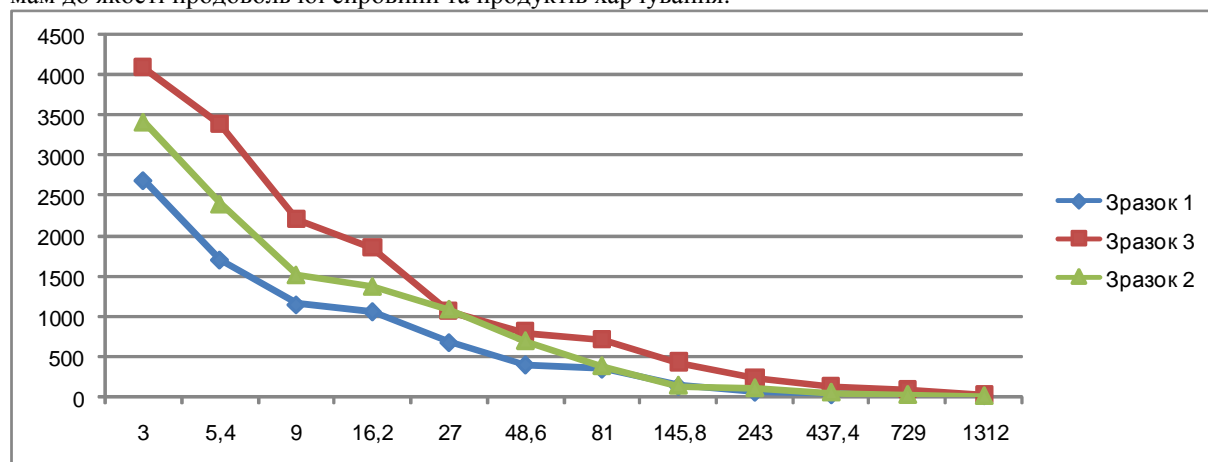


Рис. 1 – Ефективна в'язкість яблучної начинки з неочищених яблук із додаванням 3 % та 5 % коньячного манану

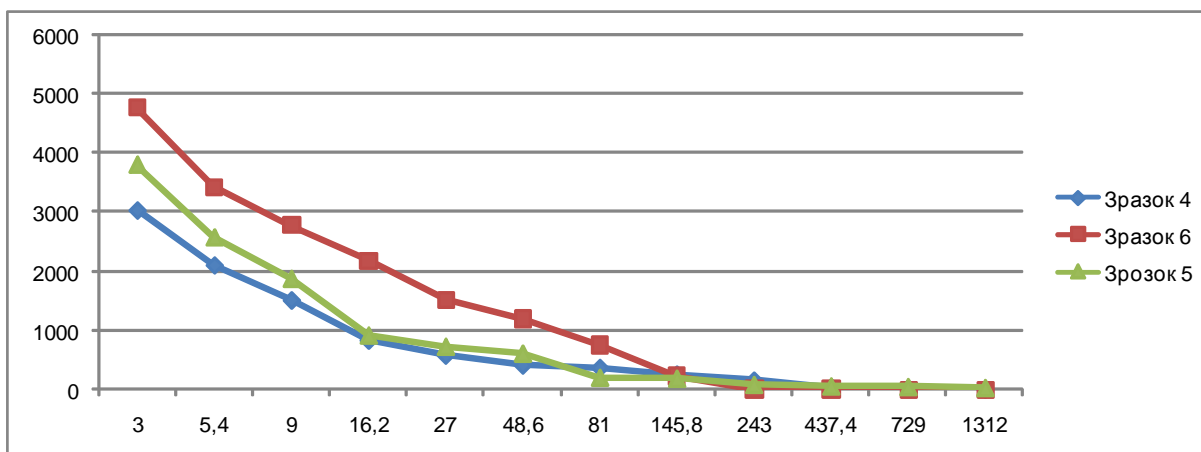


Рис.2 – Ефективна в'язкість яблучної начинки з очищених яблук із додаванням 3 % та 5 % коньячного манану

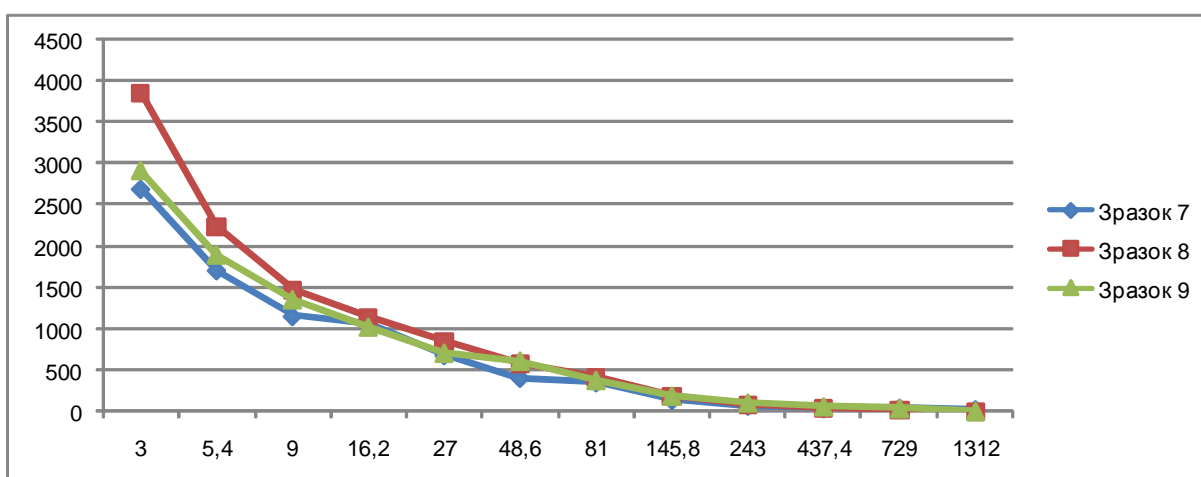


Рис.3 – Ефективна в'язкість яблучної начинки з очищених яблук із додаванням суміші 3% та 5% гуарової та ксантанової камедей

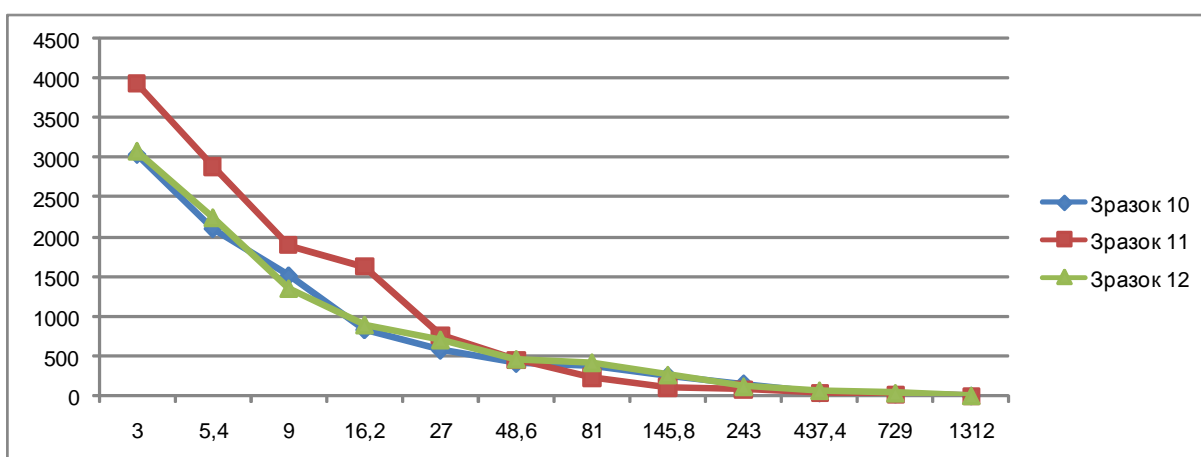


Рис.4 – Ефективна в'язкість яблучної начинки з неочищених яблук із додаванням суміші 3% та 5% гуарової та ксантанової камедей

На графіках простежується логічна тенденція: із збільшенням концентрації гідроколоїдів збільшується і ефективна в'язкість начинок.

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що при додаванні гуарової камеді, ксантанової камеді, коньячного манану в рецептуру фруктової начинки не тільки покращуються вологоутримувальні властивості начинки, начинка стає більш щільнішою, уповільнюється процес старіння, але й надаються функціональні властивості продукту.

Література

1. Оболкіна В.І., Залевська Н.О. Особливості структурних властивостей фруктових начинок для борошняних кондитерських виробів. // Хлібопекарська та кондитерська промисловість України. – 2006. – № 5. – С. 7-9.
2. Базарнова Ю.Г., Шкотова Т.В., Зюканов В.М. Гидроколлоидные смеси с заданными свойствами. // Кондитерское производство. – 2003. – № 3. – С. 28-40.
3. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки // Учебно-методическое пособие. – М.: 1999. – 70 с.
4. Оболкіна В.І., Залевська Н.О. Особливості структурних властивостей фруктових начинок для борошняних кондитерських виробів. // Хлібопекарська та кондитерська промисловість України. – 2006. – № 5. – С. 7-9.
5. Базарнова Ю.Г., Шкотова Т.В., Зюканов В.М. Гидроколлоидные смеси с заданными свойствами. // Кондитерское производство. – 2003. – № 3. – С. 28-40.
6. Шалимінов О.В. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: Для підприємств громад. харчування всіх форм власності /, Т.П. Дяченко, Л.О. Кравченко та ін. – К.: А.С.К., 2007. – 848 с.

УДК: 664.2

НИЗЬКОГЛІКЕМІЧНІ КРОХМАЛОВМІСНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

**Ковбаса В.М., д-р техн. наук, професор, Полумбрик М.О., канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ**

У статті висвітлено переваги і недоліки концепції глікемічного індексу і значення низькоглікемічних харчових продуктів у дієтотерапії ряду хронічних захворювань людини. Приведено основні способи розробки крохмаловмісних харчових продуктів із низьким глікемічним індексом. Показано, що одним із найбільш перспективних способів зниження глікемічної відповіді (індивідуальної міри підйому рівня глюкози крові) харчових продуктів є застосування комбінації вуглеводів, здатних гальмувати розщеплення крохмалю.

The benefits and disadvantages of glycaemic index concept in dietetic therapy of several chronic diseases have been discussed. The most important methods of decreasing of glycaemic response of starchy foods were shown. It has been found that combination of carbohydrates inhibited starch and sucrose digestibility.

Ключові слова: глікемічний індекс, глікемічна відповідь, крохмаловмісні продукти, хронічні захворювання людини

Ожиріння – захворювання, що характеризується надлишком жирової тканини в організмі. У 2006 році на X Міжнародному конгресі з проблеми ожиріння вперше було зафіксовано, що чисельність популяції людей із надлишковою масою тіла (близько 1,6 млрд осіб) переважає кількість осіб, які страждають від нестачі їжі (600-700 млн людей) [1]. Україна – один із центрів пандемії в світі. Зміна способу життя й структури харчування – основні фактори поширення цього захворювання, що у свою чергу призводить до виникнення й розвитку цукрового діабету другого типу, серцево-судинної, онкологічної патології тощо [1, 2].

Згідно з рекомендаціями FAO для покращення здоров'я людей слід використовувати дієту з високим вмістом вуглеводів ($\geq 55\%$ необхідної енергії людина отримує з вуглеводів) із різних вуглеводмісних харчових продуктів, збагачених харчовими волокнами, що мають низький глікемічний індекс (ГІ) [3]. Він є характеристикою, що визначає зміну рівня цукру в крові при споживанні їжі, що містить вуглеводи, і визначається за формулою:

$$GI_g = \frac{S_f}{S_g} \cdot 100 \quad (1)$$

де S_f – площа під кривою підйому рівня глюкози (цукру) в крові протягом 2 год після споживання харчового продукту, який містить 50 г вуглеводів; S_g – площа під кривою підйому рівня глюкози (цукру) в крові протягом 2 год після споживання 50 г глюкози.

Вважають, що більш коректно для визначення глікемічної дії харчового продукту в реальних умовах є величина глікемічного навантаження (ГН), яка являє собою добуток глікемічного індексу харчового продукту на відсоток енергії, який надають вуглеводи, виходячи з однократної дози прийому харчового продукту.

Харчові продукти, згідно з величинами їхніх ГІ, поділяються на три групи: продукти з $ГІ \leq 55$ вважаються продуктами з низьким глікемічним індексом, харчові продукти, ГІ яких змінюються в межах від 55 до 75, вважаються продуктами з середнім ГІ, продукти, ГІ яких вищий 75 – продукти з високим глікемічним індексом [1-3].

Взаємозв'язок між глікемічним індексом і хронічними захворюваннями встановлений за допомогою цілої серії досліджень. Відомо, що систематичне споживання продуктів із високими значеннями глікемічного індексу та глікемічного навантаження істотно збільшує ризики виникнення ожиріння, цукрового діабету, внутрішньоматкових та кишкових онкологічних захворювань, хвороби жовчного міхура тощо [1, 2, 4, 5]. Тому необхідно дотримуватись низькоглікемічної дієти, оскільки швидкість проникнення глюкози в кров і тривалість підйому її рівня викликають багато метаболічних і гормональних змін, які впливають на здоров'я людини [1-5].

На глікемічну відповідь харчових продуктів впливає багато факторів [3]. Наприклад, для крохмаловмісних харчових продуктів підвищена частка амілопектину призводить до зростання глікемічної відповіді при їхньому споживанні [3]. При термічній обробці напівфабрикатів, яка призводить до збільшення ступеня руйнування гранул крохмалю, глікемічна відповідь також зростає [6]. На ступінь розщеплення крохмаловмісних харчових продуктів впливають природа і концентрація білків, жирів, антинутриєнтів (фітинової кислоти, конденсованих танинів, поліфенолів, інгібіторів травних ензимів), які наявні в харчових продуктах.

На глікемічну відповідь хлібобулочних виробів впливають чотири основні фактори, а саме: доступність крохмалю для дії α -амілаз під час засвоєння виробів в кишечнику; ступінь кристалічності крохмалю; в'язкість середовища під час розщеплення хліба; присутність органічних кислот [6]. Найбільш важливим вважається доступність крохмалю для дії α -амілаз, зменшення якої досягається двома шляхами – модифікацією фізіологічного шляху засвоєння (зменшенням часу транзиту у шлунково-кишковому тракті чи швидкості всмоктування глюкози слизовою оболонкою кишечника) та інкапсуляцією крохмалю у частинках харчового продукту. Останнє відбувається при зміні сировини чи технологічної обробки. Харчові волокна та білки, внаслідок взаємодії з крохмалем, інкапсулюють його і, таким чином, зменшують глікемічну відповідь продуктів. Тверді сорти пшениці характеризуються більш міцними взаємодіями між білками та крохмалем, ніж м'які сорти. Саме тому ГІ хліба, виготовленого з твердих сортів пшениці, є меншим ГІ виробів, виготовлених з м'яких сортів [6].

Дозрівання овочів і фруктів неодмінно сприяє зростанню їхнього ГІ і впливає на збільшення глікемічної відповіді харчових продуктів, що їх містять [6, 7]. Зниження глікемічного індексу харчового продукту можна досягти за рахунок кількості циклів нагрівання і охолодження напівфабрикатів, що неодмінно приводить до збільшення частки стійких крохмалів [8].

Одним із найбільш популярних методів зменшення глікемічної відповіді харчових продуктів є заміна глікемічних вуглеводів (глюкози, сахарози, крохмалу) на неглікемічні (харчові волокна та поліоли) [1, 3]. Оскільки неглікемічні вуглеводи майже у всіх дослідженнях не приймаються до розрахунку, то такий продукт фактично містить зменшену частку вуглеводів [1, 3]. Тому для коректного визначення глікемічного індексу необхідно збільшити кількість дози цього продукту, а отримані величини ГІ у більшості випадків будуть вищими, ніж для звичайних харчових продуктів.

Іншим доволі розповсюдженим методом зниження глікемічної відповіді харчового продукту є часткова або повна заміна глікемічних вуглеводів на інші – із низьким ГІ при компенсації солодкості за рахунок додавання підсолоджувачів з інтенсивним солодким смаком. За цим методом, наприклад, заміщують цукор на фруктозу у технологіях борошняних кондитерських виробів [1]. Але тривале споживання значних кількостей фруктози призводить до небажаних ендокринних порушень. Загалом, заміщення сахарози у борошняних кондитерських виробках не дозволяє отримати готові вироби, ГІ яких нижче 45 [1]. Перспективним напрямом зниження глікемічної відповіді вважається часткова або повна заміна сахарози на такі низькомолекулярні вуглеводи, як тагатоza і, можливо, трегалоza, яка гальмує розщеплення крохмалю.

Іншим методом зниження глікемічної відповіді харчових продуктів є заміна звичайної сировини на таку, що містить меншу кількість високоглікемічних вуглеводів і більшу кількість розчинних волокон. Методами генної інженерії вдалось досягти вагомих результатів у цьому напрямі [9].

Більшість крохмаловмісних харчових продуктів, зокрема борошняні кондитерські вироби, відносяться до високоглікемічних [1, 3]. Крохмаль швидко розщеплюється в тонкому кишечнику, що призводить до виділення великої кількості глюкози і швидкого зростання рівня цукру в крові і, як наслідок, – до збільшення ГІ. Природний кукурудзяний крохмаль розщеплюється відносно повільно [1], проте він має цілий ряд суттєвих обмежень для використання у харчових продуктах. Компанії Novelose, Actistar, CrystaLean використовують модифіковані крохмалі, які повільно розщеплюються. Такі вуглеводи характеризуються високим вмістом кристалічної фази. Приблизно 50 % цих крохмалів розщеплюються в тонкому кишечнику, а залишок піддається ферментативному розпаду в товстому кишечнику. Враховуючи, що велика частина цих сполук швидко розщеплюється в тонкому кишечнику, кількість стійких крохмалів слід обмежити. Інший метод одержання крохмалів, які повільно розщеплюються – це збільшення частки коротколанцюгових амілоз із ступенем полімеризації, менше 50 [1].

Використання інгібіторів травних ензимів, в тому числі панкреатичних α -амілаз та α -глюкозидаз, дозволяє виготовляти харчові продукти з низьким ГІ. Застосування іншого інгібітора травних ензимів – акарбози також приводить до отримання пшеничного хліба з низьким ГІ 34 ± 6 [10]. Зрозуміло, що ці речовини здатні ефективно знижувати глікемічну відповідь лише при використанні у крохмаловмісних харчових продуктах, або продуктах, які містять значну кількість глюканів. При застосуванні цього методу необхідно обережно дозувати концентрацію використаних інгібіторів травних ензимів, оскільки велика кількість продуктів неповного гідролізу крохмалю викликає небажані побічні ефекти, характерні для поліолів, такі як здуття і запор [10].

Катіони ряду металів, зокрема Cu^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} та інших можуть відігравати функцію міметика інсуліну, тобто є інсуліногенними [11]. Результати досліджень, проведених на мишах, свідчать, що піколінат купруму є ефективним інгібітором α -глюкозидаз, який гальмує розщеплення дисахаридів у тонкому кишечнику. Його активність практично однакова з активністю акарбози [11]. Крім солей купруму, піколінат хрому також стимулює секрецію інсуліну, проте точний механізм його дії залишається нез'ясованим [11]. Перспективним вважається використання сполук цинку в дієтоterapiї хворих на цукровий діабет, для яких, зокрема, характерний низький рівень цього елемента [12].

Нами запропонований перспективний метод зниження глікемічної відповіді харчових продуктів – використання суміші глікемічних вуглеводів, які здатні інгібувати не лише розщеплення один одного, але і крохмалю. Застосування суміші вуглеводів, до складу якої входили сахароза, фруктоза, лактоза, сорбітол та фруктоолігосахарид Beneo Raftilose P 95, у технології пряників дозволило отримати вироби з низьким ГІ [1]. Майже двократне зниження глікемічної відповіді можна пояснити лише синергічною дією композиції вуглеводів у гальмуванні розщеплення крохмалю. Хоча цей висновок вимагає додаткових підтверджень.

У найближчій перспективі слід очікувати можливе зниження глікемічної відповіді харчових продуктів при застосуванні в якості добавок речовин, які мають антидіабетичну дію, зокрема екстрактів *Salacia roots*, *Eugenia jambola*, *aloe barbadensis*, *gymnema sylvestre*, *momordica charantia*, *smallanthus sonchifolius*, а також гугулстерону, який міститься в деревах *Commiphora muku* і регулює синтез жовчних кислот та метаболізм вуглеводів, гальмує модифікацію адипоцитів, відкладення запасних ліпідів, захищає панкреатичні β -клітини, гальмує синтез NO та простагландину E2 [10]. Завдяки цим властивостям в останні роки значно зріс інтерес до гугулстерону, який має високу антидіабетичну активність і, зокрема, потенційно знижує глікемічну відповідь при споживанні харчових продуктів [10].

Висновки

Таким чином, отримання низькоглікемічних харчових продуктів є складним завданням, яке потребує глибоких знань фізико-хімічних та біохімічних властивостей харчових інгредієнтів, що використовуються. На наш погляд, найбільш корисним і перспективним є застосування сумішей вуглеводів та їхніх похідних, які мають синергічну дію по відношенню до зменшення розщеплення в тонкому кишечнику як простих вуглеводів (цукрів), так і крохмалю. При цьому варто дотримуватись розумного балансу між зниженням глікемічної відповіді харчового продукту і присутності в ньому нехай і високоглікемічних, але важливих нутрієнтів, таких як сахароза чи крохмаль.

Література

1. Nutrition in clinical practice: a comprehensive, evidence-based manual for the practitioner. Edited by D.L. Katz, R.S.C. Fridman. 2nd Edition. 2008. Lippincott Williams & Wilkins. – 592 p.
2. М.О. Полумбрик / Вуглеводи в харчових продуктах. 2011. К.: Академперіодика. – 487 с.
3. FAO/WHO. 1998. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 14-18 April 1997, Rome. FAO Food and Nutrition Paper No. 66. Rome.
4. Ness-Abramof R., Apovian C.M. Diet modification for treatment and prevention of obesity // *Endocrine*. 2006. v. 29, – P. 5-9.

5. Dickinson S., Brand-Miller J. Glycemic index, postprandial glycemia and cardiovascular disease // *Curr. Opin. Lipidol.* 2005. v. 16, – P. 69-75.
6. Brouns F., Bjorck I., Frayn K.N. et. al. Glycaemic index methodology // *Nutr. Res. Rev.* 2005. v. 18, – P. 145-171.
7. Foster-Powell S., Brand-Miller J.C. International table of glycemic index and glycemic load values // *J.Am.Clin.Nutr.* 2002. v. 76, – P. 5-56.
8. Singh J., Dartois A., Kaur L. Starch digestibility in food matrix: a review // *Trends Food Sci. Nutr.* 2010. v. 21, – P. 168-180.
9. King R.A., Noakes M., Bird A.R. et.al. An extruded breakfast cereal made from a high amylose barley cultivar has a low glycemic index and lower plasma insulin response than one made from a standard barley // *J. Cereal Sci.* 2008. v. 48, – P. 526-530.
10. Witkamp R.F. Biologically active compounds in food products and their effects on obesity and diabetes // *Copreh. Nat. Prod. II.* 2010. v. 3, – P. 509-545.
11. Yoshikawa Y., Hirata R., Yasui H. et. al. Alpha-glucosidase inhibitory effect of anti-diabetic metal ions and their complexes // *Biochimie.* 2009. v. 91, p. 1339-1341.
12. Prasad A.S. Zinc: role in immunity, oxidative stress and chronic inflammation // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2009. v. 12, – P. 646-652.

УДК 665.3

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЖИРЫ В КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, КАК ЗАМЕНИТЕЛИ КАКАО-МАСЛА И МОЛОЧНОГО ЖИРА

Кузнецова Л.Н., м.н.с., Папченко В.Ю., канд. техн. наук, Демидов И.Н., д-р техн. наук,
Петик П.Ф., канд. техн. наук
Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров НААН, г. Харьков

Рассмотрена нормативная база показателей качества контроля тропических жиров; значение растительных жиров для кондитерской промышленности; аспекты фракционирования тропических жиров с использованием пищевого растворителя.

The normative bases of quality control of tropical fats; value of vegetable fats for the confectionery industry; aspects of the fractionation of tropical fats with edible solvent were considered.

Ключевые слова: аналоги какао-масла, заменители какао-масла, тропические жиры, фракционирование

На украинском рынке представлен широкий ассортимент отечественных и импортных растительных жиров, используемых в производстве кондитерских, в том числе шоколадных изделий. Сейчас в нашей стране подсолнечное масло является основным видом производимого и потребляемого растительного масла. Но и рынок потребления тропических масел успешно растет на территории страны.

Так в связи со значительным ростом цен на какао-масло во многих странах исходя из местных сырьевых ресурсов разрабатывают технологии получения его заменителей и аналогов [1].

В некоторых видах производства кондитерских и шоколадных изделий тропические масла даже предпочтительнее других растительных масел. Пальмовое масло является одним из основных видов сырья для производства заменителей и эквивалентов какао-масла, а также заменителей молочного жира. В Украине действует стандарт на пальмовое масло, используемое при производстве маргариновой продукции, жиров кулинарных, кондитерских, хлебопекарских и для молочной промышленности - ДСТУ4306:2004 «Олія пальмова. Загальні технічні умови». С 2011 г. на территории России вступил в силу ГОСТ Р 53776-2010 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия». По показателям стандарты двух стран существенно отличаются. В стандарте России отражены более строгие требования к качеству и безопасности этого сырья. Важным аспектом является то, что такое масло предназначено для пищевой промышленности и не является техническим, к которому предъявляют менее строгие требования по ряду показателей. Ввод стандартов обусловлен тем, что недобросовестные поставщики сырья поставляют под видом заменителей молочного жира, аналогов масла-какао технические тропические масла, в которых имеются высокие показатели порчи – высокое кислотное и перекисное число, — либо они транспортируются ненадлежащим образом.

В Украине растительные жиры, используемые в качестве заменителей масла-какао, контролируются по ДСТУ 5005:2008 «Замінники какао – масла. Загальні технічні умови», на заменители молочного жира в настоящий момент нормативный документ отсутствует (в разработке). Законодательная, правовая и нормативная базы в Украине находятся в стадии совершенствования и приведения в соответствие с международными нормами. На настоящий момент в действующем стандарте ДСТУ 5005:2008 еще не введены в действие планируемые разработчиком (ЗАТ «Укркондитер») изменения по классификации жиров (табл.1), данные изменения предложены согласно статьи 2(1) и приложения № 2 Директивы европейского парламента № 2000/36/ЕС. Эти существенные изменения связаны с требованиями «Соглашения ВТО по техническим барьерам» и направлены на приоритет использования указаний и рекомендаций международных стандартов, осуществление и улучшение международной торговли, для экспорта и импорта продукции [2].

Кроме того разработчики стандарта (ЗАТ «Укркондитер») планируют изменить название стандарта, так как заменители какао – масла будут по новой классификации, как видно из вышеприведенной таблицы 1, являться лишь одной из четырех предложенных групп жиров [2].

В России контроль заменителей какао - масла осуществляется согласно Техническому регламенту на масложировую продукцию № 90-ФЗ и Техническим требованиям к заменителям какао-масла и кондитерским жирам ТТ 9140-236-00334534-99. В отличии от отечественного ДСТУ 5005:2008 ТТ имеет ряд введенных изменений, свидетельствующих об активной инновации в отрасли, это диктуется необходимостью постоянно расширять ассортимент специальных жиров, выпускаемых масложировой промышленностью [2]. На заменители молочного жира в России с 2011 г действует впервые разработанный в стране стандарт ГОСТ Р 53796-2010 «Заменители молочного жира. Технические условия», который существенно отличается от проекта будущего ДСТУ на заменители молочного жира.

Таблица 1 – Изменения по классификации жиров

Классификация жиров (ДСТУ 5005:2008)	
действующая редакция:	планируемая редакция:
—эквиваленты какао – масла;	— эквиваленты какао – масла (ЭКМ);
— улучшители какао- масла;	— улучшители какао – масла (УКМ);
—твердые жиры нелауринового типа (ТЖНТ);	— заменители какао – масла (ЗКМ);
— твердые жиры лауринового типа (ТЖЛТ) или суррогаты какао- масла.	— суррогаты какао – масла (СКМ).

По директиве ЕС в шоколаде допускается использовать до 5 % растительных жиров.

В Украине шоколад контролируется по ДСТУ 3924-2000 «Шоколад. Загальні технічні умови», шоколадная отрасль по ГСТУ 18.24.97 «Напівфабрикати. Шоколадна маса та шоколадна глазур. Технічні умови» или по ТУ производителя. Согласно ДСТУ, ГСТУ – в шоколаде недопустимо применение никаких растительных жиров, кроме какао-масла (так, в пункте «Требования к сырью» присутствует фраза: «В процессе изготовления шоколада не допускается использование шоколадной массы с добавлением заменителей и эквивалентов какао-масло»), а в шоколадной глазури допустимо лишь применение эквивалентов какао-масла без ограничения по его содержанию, в терминах и классификациях приведены лишь ограничения по содержанию какао-продуктов. В России и Украине растительные жиры, кроме какао-масла в производстве шоколадных изделий применяются практически всеми производителями, используя разработанные ТУ на конкретный вид шоколадного, кондитерского изделия, тем самым обходя требования по содержанию растительных жиров, кроме какао-масла. Выбирая маркировку ТУ и разрабатывая собственные технологии, предприятие развязывает себе руки: продукт можно делать по своей рецептуре, он станет более выгодным для производителя, но одновременно может весьма отличаться по качеству от «классического шоколадного изделия» (известного нам со времен СССР) – зачастую в худшую сторону [2].

Ситуацию на рынке жиров и масел растительного происхождения формирует стабильный рост спроса на эти продукты и характер их потребления.

Потребительский спрос, строгие законодательные нормы и жесткая конкуренция делают сегодняшний рынок, как кондитерской и шоколадной продукции, так и другой пищевой продукции, неустойчивым и нестабильным. В таких условиях выбор жира, который придаст изделиям точно такое же качество, которое хотел бы получить производитель по максимально выгодной цене, и определяет его успех на рынке. В связи с этим, на современном рынке представлен широкий выбор, кроме какао-масла, растительных жиров (заменителей какао-масла) основных двух типов – лауриновые и нелауриновые жиры, различие между которыми немаловажно.

Нелауриновые и лауриновые растительные жиры, используемые в промышленности, производятся на основе натуральных, негидрированных, гидрированных и фракционированных масел и жиров, чаще всего пальмового, кокосового, пальмоядрового, соевого и др.

Фракционирование – один из способов модификации жиров, не затрагивающий их структуру. Он позволяет разделять жир на фракции путем темперирования (в расплаве) при различных температурах или перекристаллизацией из растворителя. При этом получают жировые фракции различной степени насыщенности, твердости и температуры плавления [3].

Фракционирование в расплаве используют для переработки масел и жиров, имеющих высокое исходное содержание концентрируемых триацилглицеринов (не менее 30 %). Метод дает положительные результаты при значительном отличии температуры кристаллизации целевых и побочных продуктов питания. Например, фракционирование пальмового масла позволяет получать пальмовый стеарин (насыщенную фракцию) с содержанием стеариновой кислоты около 55 % и пальмовый олеин (ненасыщенную фракцию) с содержанием олеиновой кислоты около 43 % [3].

В УкрНИИМЖ НААН проводятся исследования условий фракционирования тропических жиров (в частности, пальмового масла) в органическом растворителе (этиловом спирте). При фракционировании из расплава, показатели фракций не всегда отвечают требованиям потребителей жировой продукции. Предметом нашего исследования является получение путем фракционирования тропических жиров фракций, которые по своим свойствам соответствуют жирам кондитерским, кулинарным, хлебопекарским и для молочной промышленности. Физико-химические показатели фракций, полученных кристаллизацией из растворителя, свидетельствуют, что средние фракции могут быть использованы в производстве, как сырье для получения заменителей молочного жира и масла-какао. Использование этилового спирта, как растворителя, обусловлено высокой селективностью растворителя и то, что спирт, в отличие от других растворителей - гексана, ацетона, является пищевым продуктом [4, 5]. Для оценки качества, функциональных и потребительских свойств полученных фракций особое значение имеет качественный и количественный состав их жирных кислот, которые и определяют основные показатели продукта.

Выбор нужного жира в значительной степени зависит от необходимых требований и производственных условий изготовителя, обеспечивающих оптимальную работу производственной линии.

У производителя существует альтернатива использования другого растительного жира взамен какао-масла. При выборе растительного сырья, представленного на рынке, производителю необходимо учитывать несколько показателей (требований): внешний вид конечного производимого продукта, его вкусовые свойства, качественные показатели, его себестоимость и т.д. На примере производства шоколада в табл. 2 представлены рекомендации при выборе растительных жиров.

Во многих случаях разработчики и производители новой продукции не склонны оценивать побочные негативные эффекты, проявляющиеся в процессе ее использования. Но лишь четкое соблюдение рецептур и контроль качества на всех этапах производства позволяет выпускать продукцию стабильно высокого качества, которая отвечает требованиям самых взыскательных потребителей.

Таблица 2 – Рекомендации при выборе растительных жиров для использования в производстве шоколадных изделий

Требования к продукту, требования к процессу производства	Нелауриновые растительные жиры	Лауриновые растительные жиры
Продукт с выраженным вкусом шоколада (> 5 % какао-масла)	+	
Быстрое плавление и хруст при разламывании, как у настоящего шоколада		+
Возможность переработки возвратных отходов	+	
Изделие должно сохранять блеск	+	
Изделие должно кристаллизоваться как можно быстрее		+
Глазурь должна быть максимально эластичной	+	
Глазурь должна быть максимально термостойкой		+
Продукт содержит воду	+	
Продукт должен быть максимально устойчив к «поседению»	+	
Содержание насыщенных жиров такое же как, как у какао масла, или ниже	+	
Продукт быстро продаваемый и не требует долгого хранения		+
Минимальная стоимость сырья		+

Вывод

Фракціонування тропічних жирів представляє собою складний процес, а накоплені свідчення дозволять вивести на новий рівень розробку економічно прийнятної технології фракціонування тропічних жирів, актуальної для нашої країни.

Література

1. Шуматова, Н.Ф., Бижанов, Ф.Б. Получение кондитерских жиров, аналогов и заменителей масла какао. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 64 с.
2. Федякина, З.П., Кузнецова, Л.Н., Растительные жиры в производстве шоколадных изделий, номенклатура и ассортимент // Сборник докладов 3-й международной научно-технической конференции «Химия и технология. Перспективы развития масложировой отрасли». – 2010. – С.92.
3. Лисицын, А.Н. Масложировые технологии: теория, практика, перспективы / Лисицын А.Н., Григорьева В.Н. // Масложировая промышленность. – 2002. – № 3. – С. 8 – 11.
4. Демидов, И.Н. Использование этанола при фракционировании жиров – перспективная технология / И.Н. Демидов, Л.Н. Кузнецова // Тезисы докладов 10-й международной конференции [“Масложировая индустрия 2010”]. – 2010. – С. 160 – 162.
5. Кузнецова, Л.М. Дослідження фракціонування пальмової олії / Л.М. Кузнецова, І.М. Демидов, В.Ю. Папченко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. – 2012. – № 1. – С. 100 – 104.

УДК 577.125:665.372

БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕЦИТИНУ З СОНЯШНИКУ

Шульга С.М., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с., Глух І.С., канд. техн. наук, с.н.с.

*Дроздов О.Л., д-р мед. наук, професор, директор

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки» НАН України, м. Київ

*НДІ медико-біологічних проблем ДУ «ДМА» МОЗ України, м. Дніпропетровськ

Розглянуто біологічні властивості лецитину з соняшнику. Обговорено два напрямки функціонування лецитину – перший, в якості структурного компонента біологічних мембран і стабілізуючого компонента ферментів та білків; другий, в якості харчової біологічно активної добавки.

Considered biological properties of sunflower lecithin. Discuss two areas of functioning lecithin – first as a structural component of biological membranes and stabilizing component of enzymes and proteins; second, as biologically active additives for food.

Ключові слова: фосфатидилхолін, фосфоліпіди, лецитин, харчова добавка.

У наш час термін лецитин розглядається у двох аспектах: перший, як синонім назви класу фосфоліпідів (ФЛ) – фосфатидилхоліну (-нів); другий, як назва комплексної харчової добавки, отриманої з соєвих бобів, насіння соняшнику, арахісу та інших олійних культур, жовтків яєць, пивних дріжджів, риби тощо.

За хімічною структурою фосфатидилхолін (ФХ) належить до фосфатидів і є похідним sn-гліцеро-3-фосфату (L- α -гліцерофосфату).

У молекулі лецитину фосфатна та холінова групи утворюють полярну (заряджену) головку молекули. При температурі 34-37 °С ФХ (як і інші ліпіди) знаходиться переважно у «твердому» стані, що обумовлює ряд його біологічних функцій, зокрема участь у побудові клітинних мембран [1].

Хімічною особливістю фосфатидилхолінів є те, що первинна спиртова група гліцерину етерифікована фосфорною кислотою, яка поєднана етерним зв'язком з аміноспиртом холіном. Дана група фосфоліпідів містить жирні кислоти (ЖК), при цьому насичені ЖК (зокрема, пальмітинова, стеаринова) хімічно зв'язані з α -вуглецевим атомом, а ненасичені (олеїнова, лінолева) – з β -вуглецевим атомом.

Метаболічною особливістю фосфатидилхоліну, як і всього класу фосфоліпідів, є висока швидкість біоперетворень.

Основною біологічною функцією ФХ є участь в утворенні та функціонуванні клітинних мембран. До складу клітинних (цитоплазматичних) мембран входять, в першу чергу, білки та ліпіди (типове вагове співвідношення між ними становить 1:1), вуглеводи (до 5 %) та невелика кількість РНК (менше ніж 0,1 %). Наявність ліпідів визначає такі властивості біологічних мембран, як високий опір (близько 10^3 Ом·см⁻¹

²), велика електрична ємність (0,5-1,5 мкФ·см²), непроникність для іонів та інших полярних з'єднань, проникність для неполярних з'єднань [2].

На основі вивчення фізико-хімічних властивостей ліпідів була запропонована модель мембрани у вигляді ліпідного бішару (рис. 1).

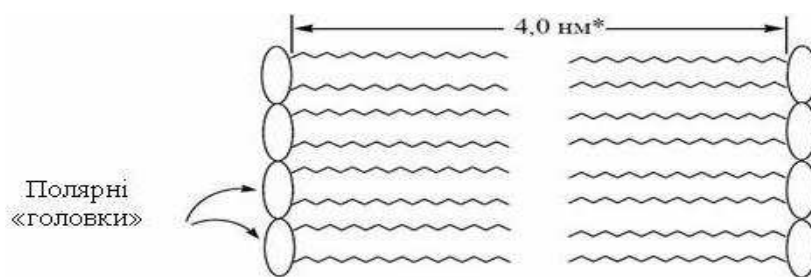


Рис. 1 – Модель мембрани у вигляді ліпідного бішару

У даному подвійному шарі вуглеводні ланцюги ліпідів розташовуються один біля іншого у витягнутому стані, а полярні групи фосфоліпідів взаємодіють з білковими молекулами, які розташовані по обидва боки від ліпідного бішару. Ця модель потім була використана як базова для розробки наступних, більш складних уявлень про структуру та функціонування біологічних мембран.

Визначення складу ліпідів різних мембран показало [1] значний вміст у них холестерину, гліколіпідів та, особливо, фосфоліпідів. Мембранні фосфоліпіди представлені, в першу чергу, фосфатидилхоліном (ФХ), фосфатидилетаноламіном (ФЕ), фосфатидилсеріном (ФС), дифосфатидилгліцеріном (кардіоліпіном), сфінгомієліном та в невеликих кількостях фосфатидилінозитолом (ФІ).

ФХ є головною складовою частиною мембрани та знаходиться на її зовнішній поверхні, тоді як ФЕ переважає на внутрішній стороні плазматичної мембрани. ФС, що є важливою складовою частиною мембрани, також локалізується на її внутрішній поверхні. Переважання ФЕ та ФС на внутрішній поверхні мембран призводить до того, що на ній локалізується більша частина реакційоспроможних аміногруп, здатних приєднувати білки. Сфінгомієлін у великих кількостях міститься в мембранах, які виконують, переважно, функцію підтримки морфологічної структури тканин та утворень. ФІ, хоча відноситься до другорядних (за кількістю) компонентів клітинних мембран, відіграє суттєву роль, зокрема в регулюванні внутрішньоклітинного вмісту іонів кальцію.

Одним з актуальних питань є розшифрування конкретної участі ФХ у здійсненні функцій цитоплазматичних мембран, в першу чергу, в переносі крізь них речовин з різною хімічною будовою та фізико-хімічними властивостями [3].

Встановлено, що безпосередній вплив на ці процеси має фізико-хімічний стан ліпідного бішару. Так, його внутрішня частина знаходиться в більш рідкому стані, ніж зовнішня, що суттєво полегшує переміщення речовин у подібних умовах. Частково, вказана особливість пояснюється розташуванням ненасичених зв'язків, що обумовлюють плинність жирів, в основному, починаючи з С9-С10 вуглеводних фрагментів. Винятком з даного правила є арахідонова (С_{20:4}) жирна кислота, в якій ненасичені зв'язки знаходяться в позиціях С4-С5, С8-С9, С11-С12 та С14-С15, тоді як в ліноленовій (С_{18:3}) кислоті вони розташовуються в С9-С10, С12-С13 та С15-С16 положеннях. Можливо, що така, більш близька до полярної голівки, локалізація подвійних зв'язків в арахідоновій кислоті визначає її особливу біологічну роль.

Іншою особливістю фізико-хімічних властивостей ФЛ, включаючи фосфатидилхоліни є здатність жирних кислот «плавитися» (переходити в більш рідкий стан) при температурах близьких або таких, що перевищують температуру переходу (Т₁) або «плавлення». Цей показник залежить від жирнокислотного складу фосфоліпідів, наявність у них ненасичених жирних кислот із довжиною вуглеводневого ланцюгу характерна для високих значень Т₁, за яких ліпіди знаходяться у стані, що наближується до «твердого». В організмі людини така картина спостерігається в мієлінових мембранах. «Плавлення» ліпідів при температур, які наближуються до Т₁, полегшує обертання та закручування молекул, при зберіганні структури бішару.

Достатньо відомим фактом є те, що поверхня клітинних мембран постійно здійснює хвилеподібні рухи. Рухомість мембранних ліпідів, що обумовлена та пов'язана з їх фізико-хімічними властивостями, необхідна для реалізації такої фундаментальної функції ФЛ, як трансмембранний транспорт речовин. Біологічні мембрани мають достатньо високу проникність для нейтральних (неполярних, незаряджених) молекул, наприклад Н₂О. При температурах близьких до Т₁ або таких, що перевищують Т₁, ланцюги жирних кислот можуть обертатися на 120°, при цьому переходять з транс- у скошену (гош-) конфігурацію, утворюючи «злами», а на поверхні бішару «кишені», в які проникають малі та/або середні молекули. У

зв'язку з тим, що «злами» порівняно легко переміщуються по ліпідному бішару, забезпечується проникнення речовин крізь мембрану. Аналогічним способом може здійснюватись переміщення більш великих молекул, які самі відіграють роль транспортних засобів у мембранному транспорті.

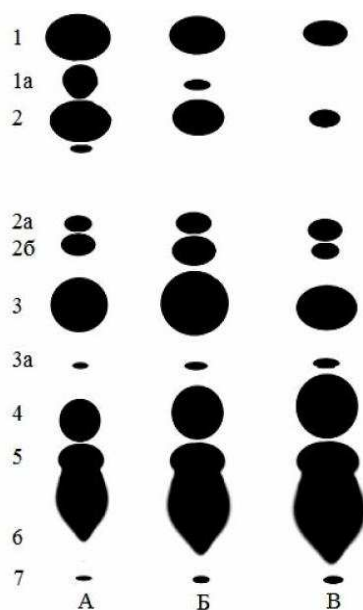
На відміну від ФХ, лецитин як харчовий продукт є сумішшю звичайних фосфоліпідів, вільних жирних кислот та «мінорних» («що рідко зустрічаються») фосфоліпідів, наприклад лізофосфатидилхоліну, а також ряду домішок, склад яких визначається джерелом отримання продукту. Використання подібних сумішей, з одного боку, змушує постійно шукати способи їх додаткового очищення, з іншого – враховувати в процесі застосування особливості складу сировини, що використовується для їх отримання та надає лецитину додаткові біологічні властивості [4, 5].

Для отримання лецитину у вигляді харчової добавки олію, що віджимають з насіння олійних культур (соняшнику, арахісу, кукурудзи та ін.) або бобів сої, оброблюють «гострою» парою та в подальшому очищують з утворенням «сирого» лецитину. Подальше знежирення «сирого» лецитину призводить до отримання чистого лецитину, що являє собою сипкий порошок із вмістом фосфоліпідів 90-96 %. Наступне виділення ФХ потребує додаткового використання екстракційних методів та препаративної хроматографії.

Істотне значення має сировина, з якої отримують «чистий» лецитин. Сьогодні найбільш розповсюджене використання соєвого лецитину, що обумовлено більш легким та розповсюдженим обробленням сої, особливо в США, та ефективним її переробленням з отриманням широкого асортименту соєвих продуктів: «масла», «м'яса», «молока», добавок до харчових продуктів тощо. Разом з тим, соєві боби містять ряд речовин, що негативно впливають на організм ссавців, включаючи й людину. До їх числа належать інгібітори трипсину, олігосахариди, аглютиніни, що підвищують здатність згущувати кров, гойтрогени, що порушують функції щитовидної залози та ін. Інактивація подібних речовин в основному потребує інтенсифікації та подовження дії на рослинну сировину високих температур, що призводить до руйнування ненасичених зв'язків молекул.

Останнім часом, велику увагу приділяють соняшниковому лецитину. Це обумовлено тим, що вміст фосфоліпідів у насінні соняшнику практично не відрізняється від бобів сої, їх виділення потребує менш тривалого температурного оброблення і в них міститься більше поліненасичених жирних кислот [6].

Порівняльний хроматографічний аналіз ліпідів соєвого та соняшникового лецитину, схематичне зображення результатів якого наведено на рис. 2, показує, що вони містять практично однакові компоненти [7].



A – Torsithin 100, отриманий із сої; B – Ertkuron 100P, отриманий із сої, обидві харчові добавки виробництва фірми Lucas Meyer (Німеччина); C – соняшниковий лецитин виробництва «Дніпротехнологія» (Україна); 1 – тригліцериди; 2 – вільні жирні кислоти; 3 – фосфатидилетаноламін; 5 – фосфатидилхолін; 6 – фосфатидилінозит; 7 – лізофосфатидилхолін; 1a, 2a, 2b, 3a – неідентифіковані компоненти

Рис.2 – Хроматографічний аналіз лецитинів із сої та соняшнику

Детальні відомості про склад соняшникового лецитину були наведені в роботі [8]. У складі лецитину з соняшнику 96,5 % фосфоліпідів, з них ФХ – (26,8-28,2) %, ФЕ – (24,3-25,2) %, ФІ – (14,2-15,0) %, ФС –

(13,0-14,0) %, фосфатидилгліцерола – (3,9-4,3) %, дифосфатидилгліцеролу – (6,3-6,9) %, лізофосфатидилхоліна – (0,3-0,4) %, лізофосфатидилетаноламіну – (0,2-0,3) %, фосфатидних кислот – (7,3-7,5) %. У жирнокислотному складі лецитину домінує лінолева (С 18:2) кислота (59,1-61,8) %, при цьому її ω -6 форма складає 60,2 %, а ω -4 – (0,2-1,6) %. Крім неї в лецитині містяться пальмітинова (15,8-19,1%), олеїнова (10,3-12,5%), стеаринова (5,5-6,1%), бегенова (1,2-1,7%), ліноленова ω -3 (0,4-0,6%), арахісова (0,4-0,6%), арахідонова (0,2-0,7%) та ін. жирні кислоти. Разом з тим, споживчі та біологічні властивості у лецитину з сої та соняшнику, як у харчовій добавки, практично однакові [9, 10].

Споживчою властивістю лецитину є те, що він має емульгувальні властивості, що дозволяє віднести його до природних харчових добавок (Е 322), до підкласу емульгаторів, антиоксидантів. Це дозволяє використовувати лецитин при виготовленні маргарину, при випіканні хліба та інших хлібобулочних виробів для підвищення їх якості (питомого об'єму, формостійкості, пористості, еластичності, уповільнення черствіння та ін.). Вивчення впливу на якість хліба з лецитину із соняшнику показало, що його додавання в об'ємах (0,3-0,5) % маси борошна приводило до покращення як органолептичних, так і фізико-хімічних властивостей продукту (збільшення об'ємного виходу, більш світлий колір м'якуша, більш розвинута рівномірна пористість хліба, підвищення пружності та еластичності тіста) [9, 10].

Регулярне застосування лецитину протягом півтора-двох та більше місяців викликало суттєву зміну функціонування печінки. Це проявлялось у зменшенні згущення жовчі, зниженні вмісту в ній кристалів холестерину, білірубінату кальцію, жовчних солей, мікролітів, покращенні її колоїдної стабільності, підвищенні міцелоутворення, зменшенні явищ жирової інфільтрації. Крім описаних гепатопротекторних властивостей, харчова добавка – лецитин, як постачальник основних класів фосфоліпідів, при прийомі натщесерце проявляє жовчогінну дію, сприяє скороченню жовчного міхура та жовчовивідних шляхів, а також перистальтиці кишківника [11, 12, 13].

Ще однією властивістю лецитину, тісно пов'язаною з гепатотропним ефектом, є його вплив на показники ліпідного обміну.

У зв'язку з тим, що в організмі ссавців, включаючи людину, транспорт ліпідів здійснюється у водному середовищі, вони утворюють складні шаровидної (псевдоміцелярної) форми структури, які включають молекули білків – аполіпротеїнів. У цих структурах фосфоліпід, неетерифікований холестерин та аполіпротеїни розташовані у зовнішніх шарах, тоді як тригліцериди та етерифікований холестерин – у внутрішніх.

В основі дії лецитину на метаболізм жирів лежить природний антагонізм фосфатидилхоліну (інших фосфоліпідів) та холестерину. Вже на рівні цитоплазматичних мембран проявляється здатність холестерину підвищувати їх жорсткість та збільшувати твердість, тоді як ФЛ, включаючи ФХ, роблять їх більш текучими та рідкими, тобто збільшують функціональну активність мембран. Регулярне застосування лецитину приводить до зниження рівня холестерину в крові та стінках кровоносних судин, а також підвищує здатність жовчних кислот виводити цю сполуку з кровотоку.

Ще однією суттєвою властивістю лецитину є його участь у всмоктуванні жиророзчинних вітамінів А, D, Е та К, а також в їх біологічній трансформації, як і вітамінів групи В, з утворенням метаболічно активних форм.

Суттєвим біологічним ефектом лецитину є його нейротропна дія, яка проявляється в зниженні, на фоні регуляторного використання цієї харчової добавки, роздратування, втомлюваності, покращенні показників уваги, навчальності та пам'яті. При постійному вживанні після перенесеного інсульту лецитин сприяє більш повному відновленню психічних та рухових функцій.

Фосфатидилхолін є донором аміноспирту холіну в синтезі нейромедіатора ацетилхоліну, що каталізується ацетилхолінтрансферазою.

Ряд компонентів, що входять до складу харчового лецитину (фосфатидилінозитол, діацилгліцерол або фосфатидилсерин), мають здатність регулювати активність внутріклітинних Ca^{+2} – залежних протеїназ та брали участь у протіканні каскадних механізмів, що змінюють рівень фосфорилування білків та ліпідів, зокрема в нейронах.

У наш час застосування лецитину як харчової добавки до базисної терапії рекомендується при доволі широкому колі захворювань.

Література

1. Степанов А.Е., Краснопольский Ю.М., Швец В.И. Физиологически активные липиды. – М.: Наука, 1991. – 136 с.
2. Генис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции: Пер. с англ. – М.: Мир, 1997. – 624 с.
3. Hulbert A.J. Life, death and membrane bilayers // J. Experimental Biol. – 2003. – 206. – P. 2303-2311.
4. Suzhai B. Lecithin //Baileys Oils & Fats. Chapt. 13 – 2001. – Vol. 3. – P. 361-456.

5. Nieuwenhuyzen W., Tomas M. Update of vegetable lecithin and phospholipid technologies // Eur. J. Lipid Sci. Technol. – 2008. – 110. – P. 472-486.
6. Микитюк В.В., Глух І.С., Шульга С.М. Лецитин як фактор одержання продукції тваринництва – К.: Освіта України, 2010. – 114 с.
7. Шульга С.М., Глух А.І., Глух І.С., Дроздов О.Л., Школа О.І. Використання сухого соняшникового лецитину при виробництві хлібобулочних виробів та маргаринів // Тем. зб. наукових праць Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі. – 2012. – Вип. 28. – С. 169-174.
8. Shulga S., Glukh I. Technology of dry powder sunflower lecithin for food, feed and pharmaceuticals // Presentation at 103 AOCS Annual Meeting, Long Beach, USA. – 2012.
9. Шульга С.М., Глух І.С., Гаманухо В.И., Школа О.И, Терещенко С.И. Разработка и внедрение производств получения пищевой и биологически активной добавок «Лецитин» // Матеріали науково-практичної конференції «Харчові добавки, інгредієнти, БАДІ: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв». – К.: Знання. – 2003. – С.68-70.
10. Глух І.С., Школа О.И., Ключкова В.Е., Шульга С.М., Гаманухо В.И. Аспекты применения подсолнечного лецитина в пищевой промышленности // Наукові праці ОНАХТ. – 2009. – Вип. 36, Т. 2. – С. 177-179.
11. Teilor L., Arends J., Hodina A., Unger C., Massing U. Plasma lyso-phosphatidylholine concentration is decreased in cancer patients // Lipids in health and Disease. – 2007. – 6, 17 – P. 1-8.
12. Mourelle M., Guarner F., Malagelada J. Polyunsaturated phosphatidylcholine prevents structure formation in a rat model of colitis // Gastroenterology. – 1996. – 110. – P. 1093-1097.
13. Wang ZN. Et al. Gut-flora-dependent metabolism of dietary PC and atherosclerosis // Nature. – 2011. – 472. – P. 67-63.

УДК 664.66.022.39

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБНОГО ПОЛИСАХАРИДА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ МУКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЛЯРА

Куданович Л.А., студентка 5 курса, Клюкина О.Н., канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Птичкина Н.М., д-р хим. наук, профессор
«Саратовский аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов

С целью улучшения свойств теста была исследована целесообразность введения полисахарида и изучено влияние вносимого микробного полисахарида на свойства муки, и на вязкость кляра. Была проведена органолептическая оценка готовых изделий. Определили оптимальную концентрацию микробного полисахарида.

Expediency of the polysaccharide in order to improve the properties of the dough was investigated. Effects of microbial polysaccharide additives on the flour properties, and viscosity of liquid dough was studied. Organoleptic evaluation of finished products was performed. optimum concentration of the microbial polysaccharide has been identified.

Ключевые слова: микробный полисахарид, жидкое тесто, кляр.

Актуальность исследуемой темы. На предприятиях общественного питания широко распространены блюда жареные в кляре во фритюре. В кляре жарят разнообразные продукты: мясо и субпродукты, рыбу и морепродукты, овощи, фрукты, творог и мороженное. При приготовлении кляра используют взбитые белки, которые быстро опадают, и поэтому их необходимо стабилизировать.

Целью исследования является разработка жидкого теста (кляра) со стабилизированными белками муки и яиц полисахаридом (ПС) микробного происхождения.

Результаты исследования. С помощью прибора миксолаб измеряли влияние ПС на реологические свойства теста.

Миксолаб предназначен для контроля динамики реологического поведения теста в процессе замеса по характеру изменения величины крутящего момента на приводе тестомесильной емкости и определения следующих показателей: водопоглощительная способность муки (ВПС), время образования теста, его стабильность и значение разжижения, а также консистенция теста в процессе нагрева. По окончании анализа программа автоматически выдает значения крутящего момента в наиболее характерных точках

получаемого графика миксолаба С1, С2, С3, С4, С5, время их регистрации, соответствующие температуры теста и тестомесильной емкости, ВПС муки.

Точка С1 – соответствует максимальной консистенции теста в течение первых 8 минут после начала его замеса. Это значение должно составлять $1,1 \text{ Н*м}$ ($+ 0,05 \text{ Н*м}$). Именно эта величина берется для расчета ВПС муки.

Точка С2 – характеризует минимальную консистенцию теста на начальном этапе нагрева. Снижение вязкости на этой стадии объясняется денатурацией белков, которые высвобождают воду, поглощенную во время замеса.

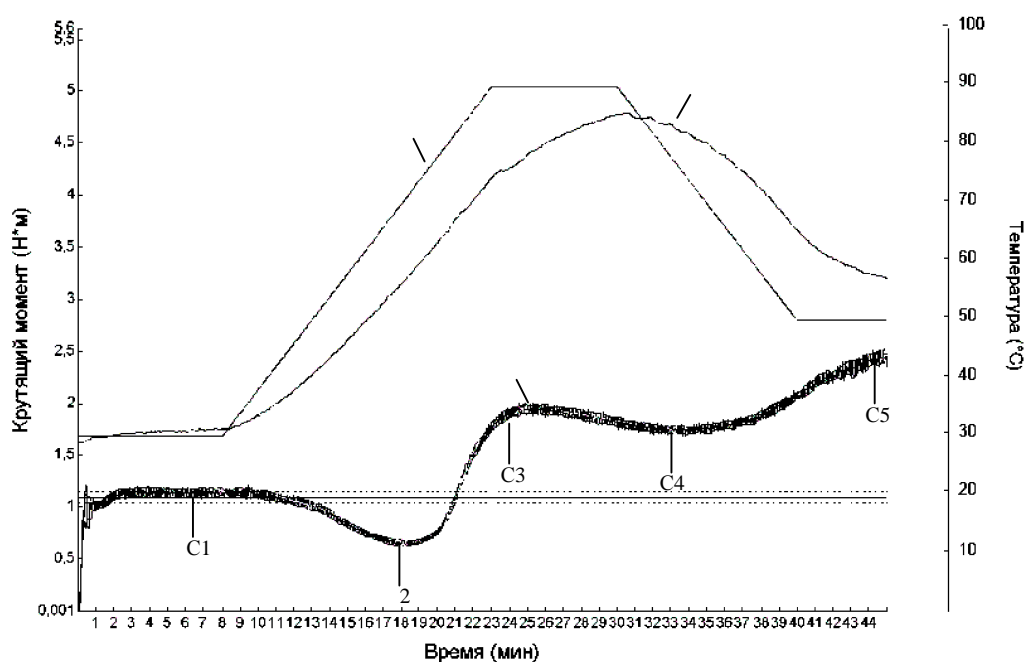
Точка С3 – характеризует максимальную консистенцию теста в процессе клейстеризации крахмала.

Точка С4 – характеризует стабильность крахмального клейстера теста.

Точка С5 – характеризует реологическое поведение крахмала при охлаждении, обусловленное его ретроградацией [3].

Исследовали контрольный образец без добавления ПС и образцы с добавлением ПС в концентрациях 0,5 %, 1 % и 1,5 %.

На рис. 1 – 3 представлены графики, на которых отражена зависимость вязкости теста от времени и температуры. Показателю вязкости теста на данных графиках соответствует крутящий момент.



С

1 – Кривая, отражающая температуру мешалки миксолаба;

2 – Кривая, отражающая температуру теста;

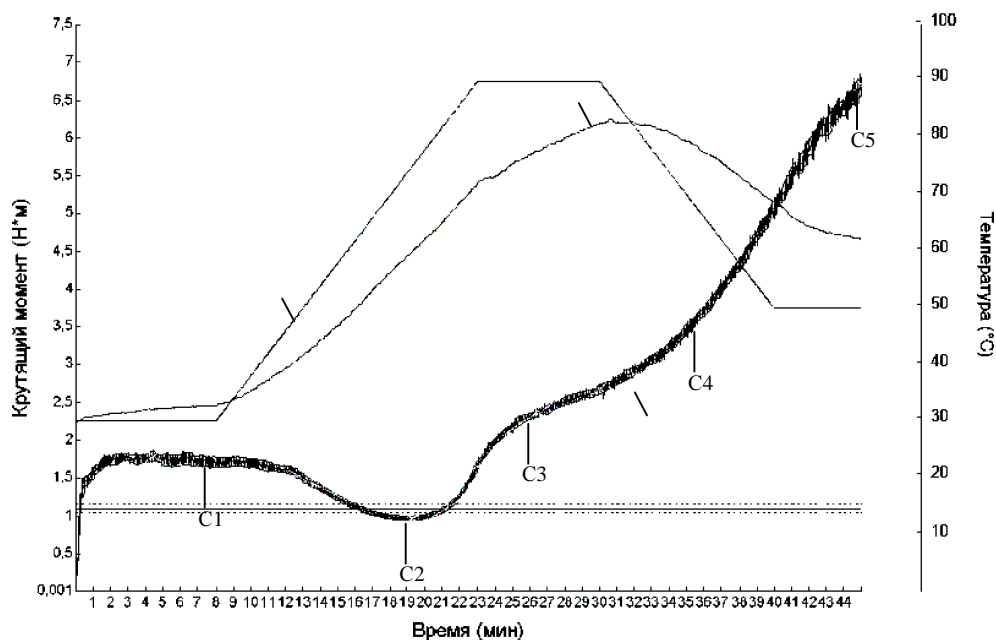
3 – Кривая, отражающая зависимость крутящего момента от времени и температуры

Рис. 1 – Зависимость крутящего момента от времени и температуры. Контрольный образец теста

При сравнении рисунков 1 – 3 можно видеть, что введение ПС практически не оказывает воздействия на стадию образования теста. При повышении температуры до 60°C происходит ослабление протеинов муки. При этом у контрольного образца и образцов с добавлением раствора ПС с повышением концентрации ПС до 0,5 % происходит увеличение скорости ослабления протеинов, а при добавлении 1,5 %-го раствора ПС происходит ее резкое снижение.

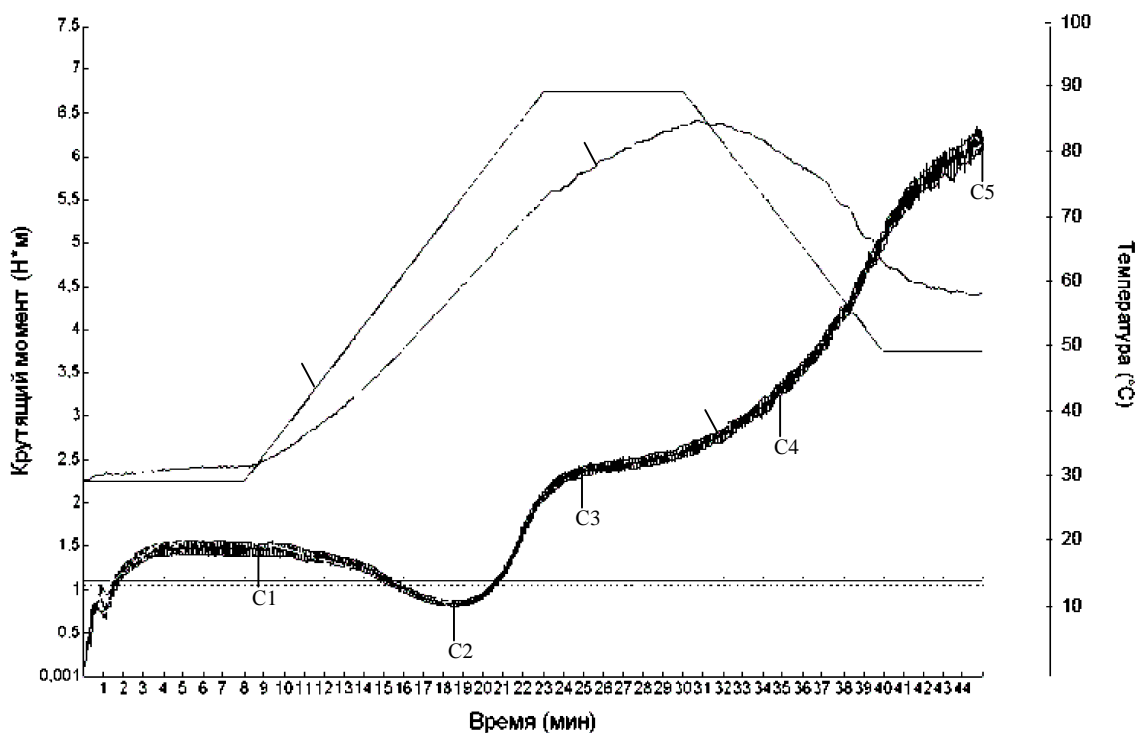
При дальнейшем повышении температуры до 75°C идет процесс желатинизации крахмала. При введении 0,5 %-го раствора ПС происходит снижение скорости этого процесса, а при добавлении 1,5 % происходит ее увеличение.

При повышении температуры до 90°C происходит процесс амилолиза, т.е. происходит расщепление крахмала ферментом амилаза. У контрольного образца этот процесс происходит очень медленно, и изменения в консистенции теста – незначительны. При введении ПС у всех образцов консистенция теста не изменяется, т.е. можно говорить о том, что расщепление крахмала не происходит.



- 1 – Кривая, отражающая температуру мешалки миксолаба;
- 2 – Кривая, отражающая температуру теста;
- 3 – Кривая, отражающая зависимость крутящего момента от времени и температуры

Рис. 2 – Зависимость крутящего момента от времени и температуры. Образец теста с добавлением 0,5 %-го раствора ПС



- 1 – Кривая, отражающая температуру мешалки миксолаба;
- 2 – Кривая, отражающая температуру теста;
- 3 – Кривая, отражающая зависимость крутящего момента от времени и температуры

Рис. 3 – Зависимость крутящего момента от времени и температуры. Образец теста с добавлением 1,5 %-го раствора ПС

При снижении температуры до 60 °С происходит процесс ретроградации крахмала. У контрольного образца происходит небольшое увеличение вязкости, а при добавлении ПС у всех образцов происходит ее резкое увеличение. Исходя из этого, можно говорить о том, что ПС блокируют процесс ретроградации.

Проводили исследования влияния ПС на вязкость кляра путем исследования степени вытянутости капли кляра при ее течении [2]. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что с увеличением концентрации ПС вязкость кляра увеличивается. Наилучшим образцом кляра считаем образец с добавлением ПС с концентрацией 0,5 %.

Для проведения органолептического анализа готовили контрольный образец (без добавления ПС) по традиционной рецептуре [1]. Контрольный образец соответствует кляру: с густой, пышной консистенцией и представляет собой вязкую, текучую систему с крупными порами.

Таблица 1. – Влияние ПС на вязкость кляра

Образец	Диаметр капли до наклона пластины l_0 , мм	Диаметр капли после наклона пластины l , мм	$l - l_0$, мм
Контроль	12,3	15,3	3
Образец с 0,5 % раствором ПС	14	16	2
Образец с 1,5 % раствором ПС	13,6	14,3	0,7

При приготовлении образцов с добавлением ПС внесли изменения в рецептуру кляра. Раствор ПС добавляли при взбивании яичных белков. Рецепт кляра выглядит следующим образом (рис. 5):

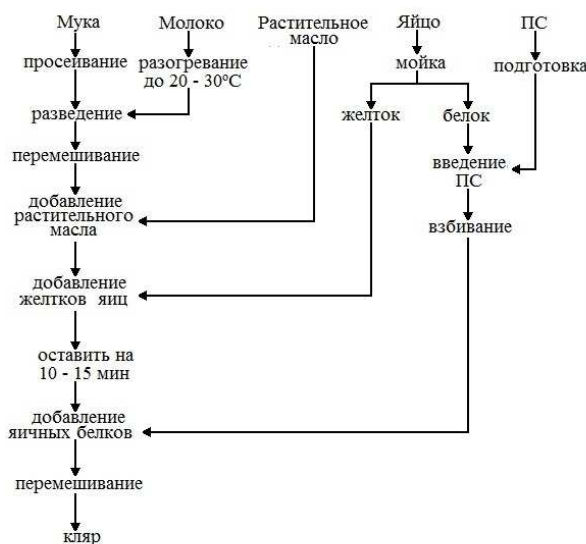


Рис. 5 – Технологическая схема приготовления кляра с добавлением полисахаридов

Добавляли растворы ПС с концентрациями 0,5 %, 1 % и 1,5 % в кляр. Образец с добавлением 1,5 %-го раствора полисахарида был более вязким и объемным с мелкими порами. Образец с добавлением 1 %-го раствора полисахарида – менее вязким по сравнению с 1,5 %, но таким же объемным с мелкими порами. Образец с добавлением 0,5 %-го раствора полисахарида – менее вязкий по сравнению с 1 %, но более вязким по сравнению с контролем, и был таким же объемным с мелкими порами как и образцы с добавлением 1 % и 1,5 %-го раствора полисахарида. Адгезия кляра с добавлением ПС на поверхности продуктов значительно лучше, чем у контрольного образца. При этом уменьшается количество потерь кляра, т.к. он не стекает с продукта.

В готовых изделиях вкус жаренного теста становится менее выраженным при увеличении концентрации полисахарида, а образец с добавлением раствора ПС с концентрацией 0,5 % имеет сладковатый привкус. Кроме того все образцы с добавлением раствора ПС более мягкие и нежные, в отличие от контроля, который более жесткий и хрустящий.

Была проведена дегустация готовых изделий. В результате наибольшее количество баллов получил образец с добавлением 0,5 %-го раствора ПС, а наименьшее количество баллов – контрольный образец.

Таким образом, при введении микробного ПС происходит улучшение адгезии теста на поверхности продуктов, тесто более длительное время сохраняет требуемую консистенцию пышной пены. Органолептические показатели у изделий с добавкой микробного ПС выше, чем у контрольного образца.

Литература

1. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, М.: Экономика, 1982 год – 720 с.
2. Методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по дисциплине «Химия пищи». Авторы д.х.н., профессор кафедры ТООП Птичкина Н.М., к.т.н. ассистент кафедры ТООП Клюкина О.Н., к.т.н. ассистент кафедры ТООП Банникова А.Н., ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2004. 52 с.
3. А. Dubat, K. Risev Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемым с помощью Миксолаб Профайлер Источник: I научно-практическая конференция и выставка с международным участием «Управление реологическими свойствами пищевых продуктов», 25-26 сентября 2008 года

УДК 664.692

ВИКОРИСТАННЯ ПЕКТИНІВ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

Юрчак В.Г., д-р. т. н., професор, *Карпик Г.В., аспірант, Гордієнко Я., студентка
Національний університет харчових технологій, м. Київ
*Тернопільський національний технічний університет, м. Тернопіль

Досліджено вплив високометоксильованого та низькометоксильованого пектину на основні показники якості макаронних виробів, виготовлених з додаванням висівків. Визначено оптимальне дозування пектину. Вивчено вплив пектину на процеси тістопріготування і сушіння та на форми зв'язку вологи з матеріалом у макаронному тісті з висівками.

An influence of a high methoxyl pectin and a low methoxyl pectin on the main factors of value of pasta products, made with mill offals, was researched. The optimal pectin dosage measurement was determined. Its influence on the processes of dough-making and drying, also forms of connection between moistness and the material on pasta dough, made with mill offals, was studied.

Ключові слова: якість макаронних виробів, пшеничні висівки, пектин, процес сушіння, форми зв'язку вологи, ізотерми сорбції-десорбції.

Сучасною наукою про харчування доведено необхідність для здоров'я людини споживання харчових волокон. Одним із джерел такої сировини є пшеничні висівки.

Макаронні вироби з підвищеним вмістом харчових волокон з використанням висівків мають невисокі органолептичні показники та варильні властивості. Щоб подолати цю проблему, доцільно використовувати харчові добавки структуроутворювальної дії. Раніше встановлено позитивний вплив пектину та пектиновмісної сировини на якість макаронних виробів, виготовлених із хлібопекарського борошна вищого сорту зі зниженими технологічними властивостями [1, 2]. Пектини – харчова добавка рослинного походження, безпечна, її можна використовувати у необмеженій кількості і як додаткове джерело харчових волокон [4]. Особливості хімічного складу пектинів, зокрема ступінь етерифікації, зумовлюють відмінності їх фізико-хімічних властивостей [3], які, в свою чергу, позначаються на якості виробів.

Метою роботи було вивчення можливості використання пектину для поліпшення якості макаронних виробів, виготовлених з додаванням пшеничних висівків, визначення оптимального дозування та впливу структуроутворювача на перебіг технологічних процесів виготовлення виробів.

Для дослідження було використано пектини фірми Andre Pectin: високометоксильований APC – 103 і низькометоксильований APC – 210 С та високометоксильований пектин фірми SEAMPECTIN MRS-4610.

При виборі меж дозування цитрусового пектину керувалися рекомендаціями виробника, адаптувавши їх до технологічних особливостей макаронного тіста. Для замішування тіста використовували борошно пшеничне другого сорту та висівки пшеничні. Раніше було встановлено, що висівки доцільно використовувати у кількості 15 – 20 % до маси борошна. В дослідах їх дозування становило 20 %. Пектин

вносили у сухому вигляді відповідно 0,2 %; 0,35 % та 0,5 % до маси борошна. Дані зразки оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними показниками та варильними властивостями.

Встановлено (табл.1), що якість макаронних виробів із додаванням структуроутворювача, порівняно з контрольним зразком, поліпшується, поверхня стає більш гладенькою, зростає міцність виробів із 4,1 Н у контролі до 4,6 Н у зразку із 0,5 % висівок.

Кислотність зразків з пектином зростає при збільшенні дозування пектину з 0,2 % до 0,5 % відповідно на 0,2...0,6 град. За однакових умов сушіння показник масової частки вологи має тенденцію до зростання від 10,4 % у контролі до 10,9 % у зразку із 0,5 % пектину. Це можна пояснити високою гідрофільністю пектину, що, очевидно, потребує корегування режимів сушіння.

Основною перевагою виробів з пектином є поліпшення їх варильних властивостей. Суттєво зменшується перехід сухих речовин у варильну воду на 0,7...0,8 % до сухих речовин. Коефіцієнти збільшення об'єму та маси також зростають.

Отже, внесення пектину позитивно впливає на якість макаронних виробів. Проте, при його дозуванні понад 0,35 % поліпшення показників несуттєве. Тому доцільно використовувати пектин як поліпшувач у кількості 0,35 % до маси борошна.

Порівняння впливу низькометоксильованого та високометоксильованого пектинів на якість макаронних виробів показало (табл. 2), що пектини всіх трьох марок позитивно впливають на органолептичні показники виробів та їх варильні властивості. У порівнянні із контролем усім зразкам пектин надає кремово-коричневого забарвлення, поверхня стає більш гладенькою. Зварені вироби не злипаються, зберігають форму, мають властиві макаронним виробам смак та запах.

Використання всіх видів пектину підвищує кислотність готових виробів на 0,2...0,6 град. Найвищий цей показник при використанні низькометоксильованого пектину APC – 210С.

Найвищі показники міцності мають зразки із пектином високометоксильованим APC – 103 (5,1 Н) та СЕАМРЕСТІН MRS-4610 (4,8 Н). Низькометоксильований пектин також покращує міцність, але його вплив не такий значний.

Таблиця 1 Вплив різного дозування пектину СЕАМРЕСТІН MRS-4610 на якість макаронних виробів

Показники якості	Характеристика якості виробів			
	Контрольний зразок	Внесення пектину в кількості		
		0,2%	0,35%	0,5%
Органолептичні показники				
Колір	коричневий, помітні темні вкраплення висівок			
Стан поверхні	шорстка	ледь шорстка		
Фізико-хімічні показники				
Кислотність, град	7,0	7,2	7,4	7,6
Масова частка вологи, %	10,4	10,4	10,8	10,9
Міцність, Н	4,1	4,2	4,5	4,6
Показники варильних властивостей				
Коефіцієнт збільшення об'єму, K_v	1,86	1,88	1,88	1,75
Коефіцієнт збільшення маси, K_m	1,23	1,66	1,69	1,54
Перехід сухих речовин у варильну воду, %	8,2	7,5	7,4	7,4
Смак	відчуваються вclusions висівкових часточок			
Колір	коричневий			
Збереженість форми	форма зберігається			
Злипання	не злипаються			

Аналіз показників варильних властивостей показує, що високометоксильований пектин обох марок зумовлює підвищення коефіцієнтів збільшення маси та об'єму у порівнянні із контролем, а низькометоксильований – навпаки, зменшення. Кількість сухих речовин, що переходить у варильну воду, найменша у зразку з використанням високометоксильованого пектину APC – 103.

Таблиця 2 – Вплив пектину різних марок на якість макаронних виробів

Показники якості виробів	Характеристика якості макаронних виробів			
	Контроль	з пектином у кількості 0,35 %		
		Високометоксильований		Низькометоксильований APC – 210C
		CEAMPECTIN MRS-4610	APC – 103	
Органолептичні показники				
Колір	коричневий, помітні темні вкраплення висівок			
Стан поверхні	шорстка	ледь шорстка		
Фізико-хімічні показники				
Масова частка вологи, %	10,4	10,8	10,8	11,2
Кислотність, град	7,0	7,4	7,2	7,6
Міцність, Н	4,3	4,8	5,1	4,4
Показники варильних властивостей				
Коефіцієнт збільшення об'єму, K_v	1,86	1,88	3,00	1,62
Коефіцієнт збільшення маси, K_m	1,69	1,66	2,51	1,34
Перехід сухих речовин у варильну воду, %	8,2	7,4	7,3	7,5

Отже, найбільш доцільно використовувати для поліпшення якості макаронних виробів з висівками високометоксильований пектин. Порівняння впливу пектинів різних марок показує, що більш відчутний позитивний вплив на якість макаронних виробів має високометоксильований пектин марки APC – 103.

Було досліджено вплив пектинів на процеси замішування та пресування макаронного тіста, зокрема на його крихтуватість, швидкість пресування і продуктивність преса.

Результати аналізу свідчать (рис. 1), що у зразках із пектином фракції крупних частинок більші, ніж у контролі, а фракції дрібних – менші. Очевидно, пектин, володіючи структуроутворювальною здатністю, сприяє конгломерації частинок тіста. Це відбувається за рахунок утворення пектином плівок, які склеюють частинки борошна, що і призводить до зростання крупної фракції.

Крихтуватість безпосередньо впливає на швидкість пресування та продуктивність пресу. Результати досліджень свідчать, що швидкість пресування зразків із пектином та продуктивність преса незначно більші, ніж контрольного зразка. Причиною є більш крупнокрихтувате тісто, яке гірше заповнює витки шнека.

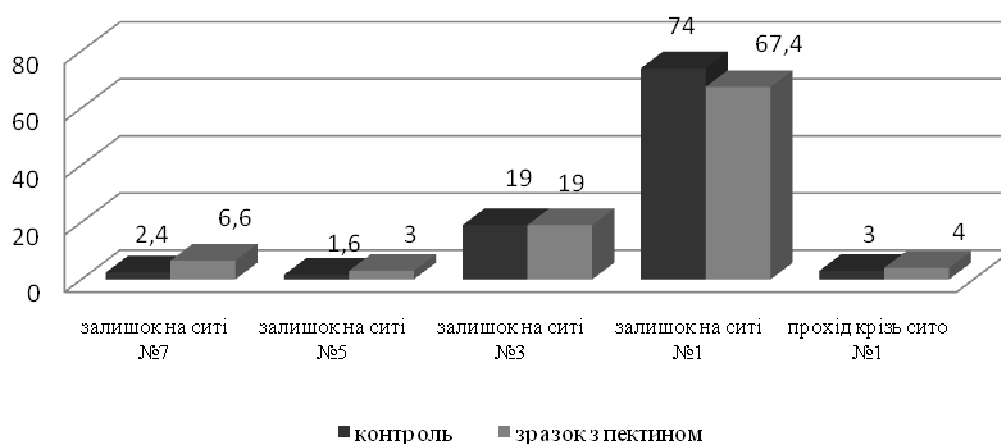
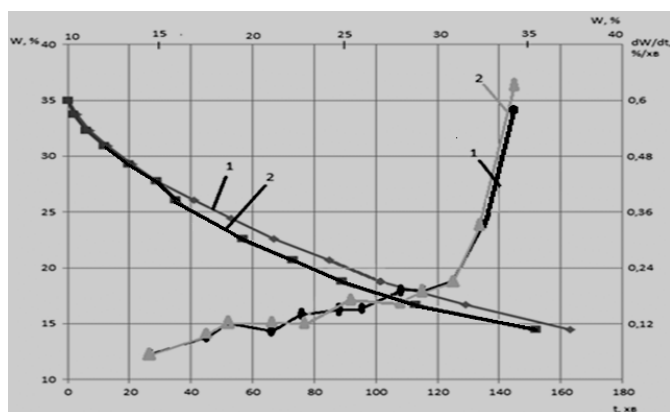


Рис. 1 – Вплив високометоксильованого цитрусового пектину на крихтуватість тіста

Вивчали вплив високометоксильованого цитрусового пектину в кількості 0,35 % до маси борошна на процеси сушіння макаронних виробів. На основі отриманих даних будували криві кінетики сушіння та криві швидкості сушіння (рис. 2).



1 – без добавки (контроль); 2 – з додаванням 0,35 % пектину

Рис. 2 – Вплив пектину на кінетику та швидкість сушіння на лабораторній сушарці макаронних виробів

На обох кривих кінетики сушіння можна виділити 2 періоди. Перший період характеризується стрімкою втратою вологи в часі, що триває до досягнення виробами масової частки вологи близько 27 – 25 %. Очевидно, що в цьому періоді видаляється вода з невеликою енергією зв'язку (капілярна та осмотично зв'язана). У другому періоді швидкість видалення вологи менша внаслідок видалення більш міцно зв'язаної вологи. На обох графіках прослідковується приблизно однакова швидкість сушіння майже до кінця першого періоду. У другому періоді швидше видаляється волога із зразка з пектином, що може бути спричинене меншою кількістю міцно зв'язаної вологи.

З метою виявлення впливу пектину на форми зв'язку вологи з матеріалом у макаронному тісті з висівками застосовували метод термогравиметрії. Аналіз оброблення дериваторам (табл. 3) дозволяє відзначити певні спільні риси. Для обох зразків характерні шість температурних діапазонів, у кожному із них видаляється волога з різною енергією зв'язку.

Таблиця 3 – Результати розшифрування дериваторам макаронного тіста

Зразки тіста	Температурний інтервал, °C		Втрати маси, % до СР
Макаронне тісто із 20 % висівок до маси борошна (контроль)	I	20 – 65	1,7
	II	65 – 106	15,9
	III a	106 – 123	7,5
	III б	123 – 128	8,5
	IV	128 – 153	8,4
Макаронне тісто із 20 % висівок та 0,35 % пектину до маси борошна	I	25 – 56	2,3
	II	56 – 111	15,9
	III a	111 – 118	7,8
	III б	118 – 127	9,1
	IV	127 – 158	6,8

На першому етапі видаляється вільна волога макрокапілярів. Її кількість невелика в обох зразках. Проте у зразка із пектином у першому періоді втрачається маси більше, що може свідчити про іншу пористу структуру зразків із пектином.

Найбільша кількість вологи видаляється у температурному інтервалі 56 – 111 °C, що, очевидно, відповідає волозі мікрокапілярів з невеликою енергією зв'язку. На даному етапі пектин не чинить суттєвого впливу.

Третій температурний інтервал, який пов'язаний, очевидно, з видаленням осмотично зв'язаної вологи, розділяється на два окремих піки. Втрата маси у цьому періоді вища у тісті з пектином.

При нагріванні контрольного зразка від 127 до 158 °C спостерігається втрата маси 8,4 % до сухих речовин, що перевищує цей показник у зразка із пектином (6,8 %). Це свідчить, що кількість найбільш міцно зв'язаної води у виробі із пектином зменшується.

Отже, у зразку з пектином зростає кількість осмотично зв'язаної вологи з досить низькою енергією зв'язку та зменшується кількість міцно зв'язаної вологи, що й спричиняє прискорення процесу сушіння.

Дослідження процесів сорбції-десорбції вологи зразками макаронного тіста дає змогу прогнозувати сорбційні властивості виробів та використати ці дані для вивчення їх мікропористої структури.

Порівняння ізотерм сорбції контрольного зразка та зразка з пектином показує (рис. 3), що внесення пектину призводить до підвищення активності води у зразках тіста. Це свідчить про меншу міцність зв'язування води з матеріалом у цьому зразку, порівняно з контролем.

Ізотерму адсорбції можна умовно поділити на три зони, в яких механізм адсорбції та кількість адсорбованої води є різними. У першій зоні вода найміцніше зв'язана, це вода мономолекулярної адсорбції. Їй відповідає активність води в межах $a_w = 0 \dots 0,35$. Далі відбувається поступове утворення полішарів (зона 2), що відповідає активності води в межах $a_w = 0,35 \dots 0,8$. Її поглинання потребує невеликих затрат енергії. На ділянці ізотерм з $a_w = 0,8 \dots 1,0$ (зона 3) рідина поглинається без виділення тепла, тут переважає капілярна рідина, тобто найменш міцно зв'язана.

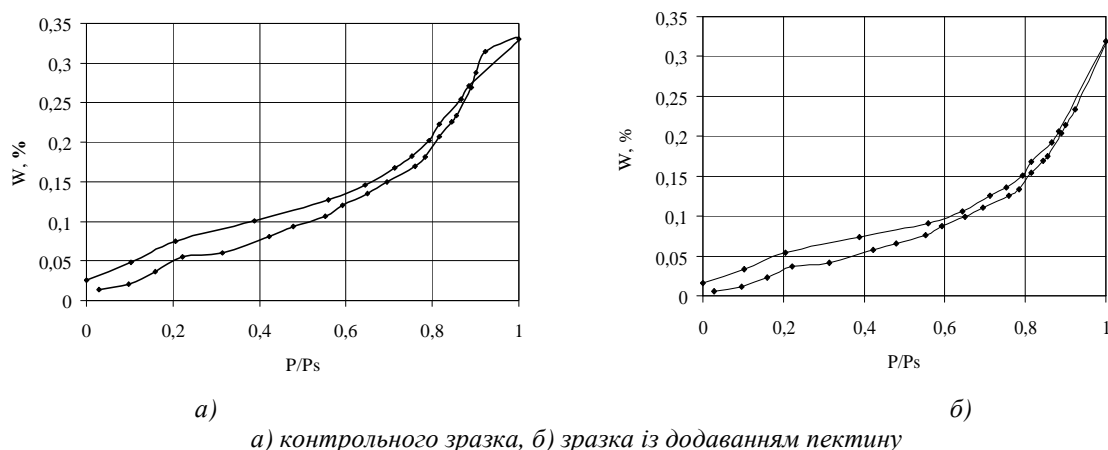


Рис 3 – Ізотерми сорбції-десорбції макаронних виробів

Як свідчать дані табл. 4, кількість адсорбованої води в моношарі ($a_w = 0 \dots 0,22$) зразком з пектином менша, ніж контрольним зразком, і становить 13,2 % від загальної кількості води, що адсорбувалась. Така сама тенденція спостерігається і в зоні полімалекулярної адсорбції ($a_w = 0,22 \dots 0,76$).

Кількість води капілярної конденсації суттєво збільшується у зразку з пектином (60,8 %), порівняно з контролем (48,5 %).

Таблиця 4 – Вплив пектину на кількість адсорбованої води

Зразки сирих макаронних виробів	Кількість адсорбованої води						загальна, г/г
	мономалекулярного шару		полімалекулярного шару		гігроскопічного стану		
	г/г	% до загальної кількості	г/г	% до загальної кількості	г/г	% до загальної кількості	
Контрольний	0,055	16,7	0,115	34,8	0,160	48,5	0,330
Із внесенням 0,35 % пектину	0,042	13,2	0,083	26,0	0,194	60,8	0,319

Кількість адсорбованої води та швидкість видалення вологи визначається не лише енергією взаємодії води з компонентами борошна, але й структурою тіста.

Оскільки на отриманих ізотермах адсорбції макаронних виробів спостерігається гістерезис, це свідчить про те, що макаронне тісто належить до мезопористих тіл. Основними параметрами мезопор є їх питома поверхня, об'єм пор та функція розподілу пор за розмірами.

Отримані дані (табл. 5) свідчать, що пектин сприяє зменшенню сорбційного об'єму пор. Внаслідок цього загальна кількість поглинутої води також зменшується.

Таблиця 5 – Структурні характеристики зразків тіста

Назва зразка	Питома поверхня пор S , м ² /г	Сорбційний об'єм пор V_s , см ³ /г	Діаметр пор d , А*10 ³
Контрольний зразок	192	0,33	69
Зразок із 0,35 % пектину	165	0,32	76

Внесення цього структуроутворювача призводить до утворення пор більшого діаметра і, відповідно, меншої питомої поверхні. Очевидно, це впливає на утворення більшої кількості води гігроскопічного стану, адсорбованої у третій зоні кривої адсорбції.

Висновок

Встановлено, що високоетирифікований пектин позитивно впливає на якість макаронних виробів – збільшується їх міцність, зменшується перехід сухих речовин у варильну воду. Оптимальним дозуванням є 0,35 % до маси борошна. Вивчення дериваторам показує, що при використанні високометоксильованого цитрусового пектину незначно збільшується кількість вологи макрокапілярів, зростає кількість осмотично зв'язаної вологи і зменшується кількість хімічно зв'язаної води, яка характеризується високою енергією зв'язку. Ці дані підтверджуються при аналізі ізотерм сорбції-десорбції макаронних виробів. Сушіння макаронних виробів з пектином проходить швидше.

Література

1. Волощук Г.І., Юрчак В.Г. Дослідження та обґрунтування механізму поліпшуючої дії пектиновмісних добавок на якість макаронних виробів // Наук. праці: УДУХТ. – 2001. – № 10. – С.95–96.
2. Дослідження колоїдних процесів, що відбуваються під час приготування макаронного тіста з поліпшувачами / Т.П. Євсєєнко, В.Г. Юрчак, В.В. Манк, Є.І. Ковалевська // Пріоритетні напрямки впровадження в харчову промисловість технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. – К.: УДУХТ, – 2001. – С. 95.
3. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М.: –2001. – 116 с.
4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос-Пресс. –2002. – 256 с.

УДК 664.59-0.35.66:[664.765:633.15]

ПРОРОЩЕННОЕ ЗЕРНО КУКУРУЗЫ – ЦЕННОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ БИОПРИПРАВЫ

Кизатова М. Ж., д-р техн. наук., профессор, Набиева Ж.С., PhD докторант,
Нурмат М.Н., магистрант
Алматинский технологический университет, г. Алматы

В результате исследования установлено, что в процессе проращивания в зернах кукурузы увеличивается массовая доля водорастворимых витаминов, антиоксидантов. Повышение биологической ценности пророщенных зерен дает возможность использовать их в качестве компонентов биоприправы.

Ключевые слова: Биоприправы, проращивание зерен кукурузы, витамины, антиоксиданты.

The result of research determined that during germination of maize grains increases the mass fraction of water-soluble vitamins and antioxidants. Increased biological value of germinated seeds allows us to use them as the components of organic spices.

Keywords: Organic spices, germination of maize grains, vitamins and antioxidants.

Питание человека – это сложная и многогранная проблема. Питание должно обеспечить не только правильное развитие и рост организма, но и хорошее самочувствие, долголетие и здоровье человека. Качество блюд зависит не только от мастерства приготовления, количества ингредиентов продукта, но и от качества вкусовых приправ, употребляемых в период поглощения пищи.

Вкусовые приправы обогащают вкус пищи, принося ей дополнительную пользу, улучшают процесс пищеварения, выводят шлаки из организма человека.

В настоящее время учеными Алматинского технологического университета разрабатываются так называемые «холодные», «живые» добавки к пище для улучшения вкуса на основе пророщенных зерен и других растительных, природных компонентов, минералов (морская соль) – биоприправ, в которых содержание необходимых биологически активных веществ должно соответствовать нормам их суточного потребления с целью профилактики наиболее встречающихся заболеваний: простудных, иододефицитных, сердечно-сосудистых и других.

Антиоксиданты способны в малых количествах замедлять или предотвращать окислительные процессы в клетке, вызываемые влиянием негативных внешних факторов. Они способны взаимо-

действовать со свободными радикалами и, таким образом, нейтрализовать их. Продукты питания, содержащие высокую антиоксидантную активность, повышают резистентность клеточных мембран, снижают действие стрессов и могут обеспечить защиту организма [1].

В связи с техническим прогрессом и ухудшением экологии здоровье населения с каждым годом требует от рынка пищевых продуктов «антиоксидантов» (с повышенной антиоксидантной активностью). Одно из решений таких проблем – увеличение ассортимента диетических продуктов профилактического назначения. В Алматинском технологическом университете ведутся исследования, связанные с переработкой отечественных зернобобовых культур в продукты функционального назначения. Делаются эксперименты по созданию национальных продуктов – биоталканов, сухих завтраков и биоприправ.

Приправы служат источником органических кислот (уксус), ферментов (соевый соус), в какой-то степени микроэлементов (железо, кальций, йод и т. д.) и придают пище новые вкусовые и ароматические качества [2]. В XX в. масштабы распространения пищевых добавок возросло [3]. Но среди них чувствуется нехватка приправ с высокой природной биологической ценностью.

При подборе сырья из зернобобовых культур, распространенных в регионе, важно выбрать самые полезные с точки зрения применяемости в медицине, содержащие большее количество антиоксидантов. К таким культурам относится кукуруза.

В зерне кукурузы содержится углеводов 65...70 %, белка 9...12 %, жира 4...8 %, минеральных солей и витаминов около 2 % [4]. Нами ранее было определено что, кукуруза содержит очень важные антиоксидантные вещества, в проросших семенах по сравнению с непророщенными их количество увеличивается [5].

Методика. В лабораторных условиях зерно кукурузы промывали дистиллированной водой и проращивали в определенных условиях.

В последующем, водным раствором тетрабората натрия экстрагировали витамины и определяли их массовую долю методом капиллярного зонного электрофореза на приборе «Капель 105М» с программным обеспечением «Эльфран».

Токсичные элементы определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией на ААС «КВАНТ-Z.ЭТА-Т».

Результаты. Приготовленные экстракты детектировали при длине волны 200 нм. В качестве контрольной пробы использовали раствор стандартов витаминов. Времена выхода витаминов стандартного раствора представлены на рис. 1.

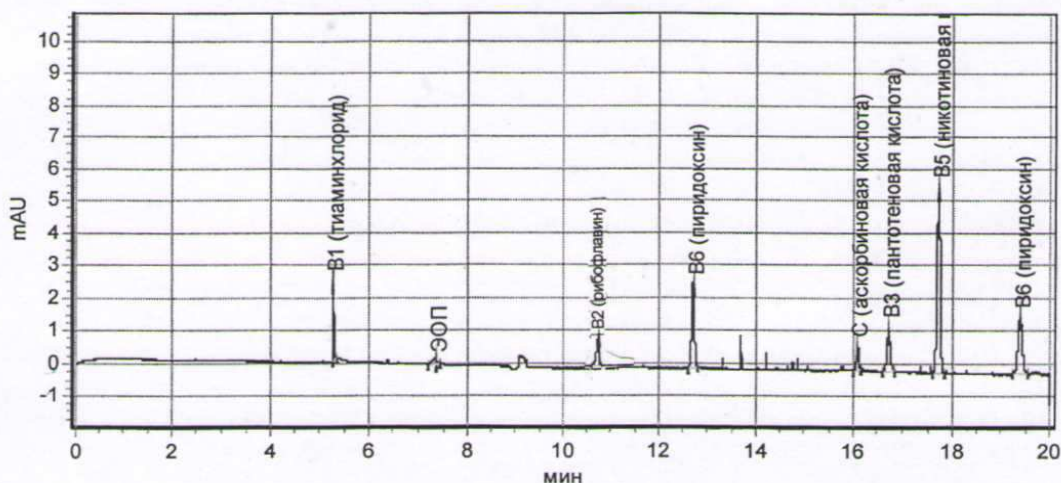


Рис. 1 – Электрофореграмма градуировочной смеси

Сравнительные фотографии пророщенного и непророщенного зерна кукурузы показаны на рис. 2. Средняя длина проростков достигла около 3 см.

При анализе проб непророщенных зерен кукурузы из водорастворимых витаминов были найдены: рибофлавин (B2), пиридоксин (B6), пантотеновая (B3) и аскорбиновая кислоты (C), которые играют важную роль в поддержании здоровья человека.

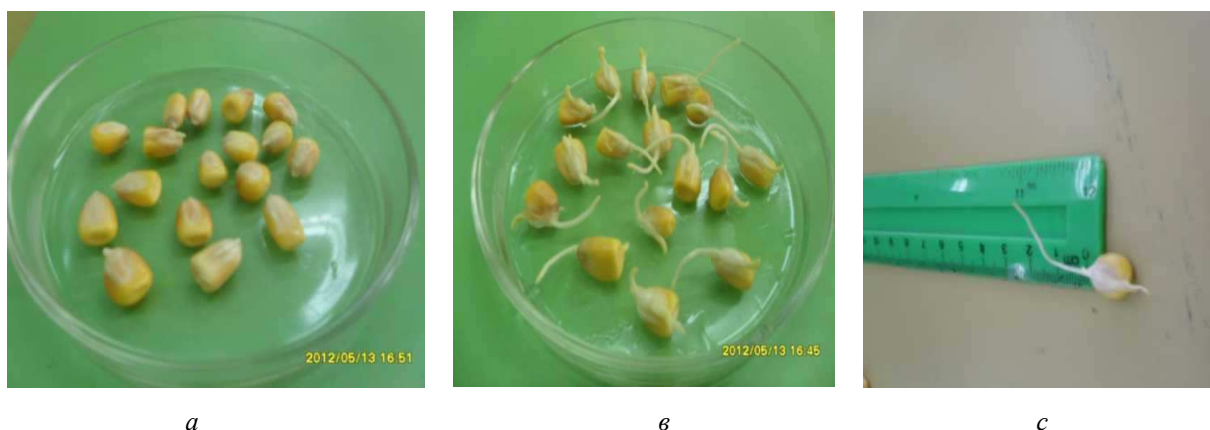


Рис. 2 – Непророщенные (а) и пророщенные (в, с) зерна кукурузы

В результате анализа проб в пророщенных зернах кукурузы выявлено присутствие никотиновой (B5) и фолиевой кислот (Bc), содержание рибофлавина увеличилось в 4,5 раза, пиридоксина – 2,5 раза, аскорбиновая кислота – более чем в 2 раза (рис. 3). Их концентрации в пробах показаны в таблице 1. Появление фолиевой кислоты вызывает интерес к изучению процесса прорастивания кукурузы, поскольку эта кислота в организме участвует в создании и поддержании в здоровом состоянии новых клеток.

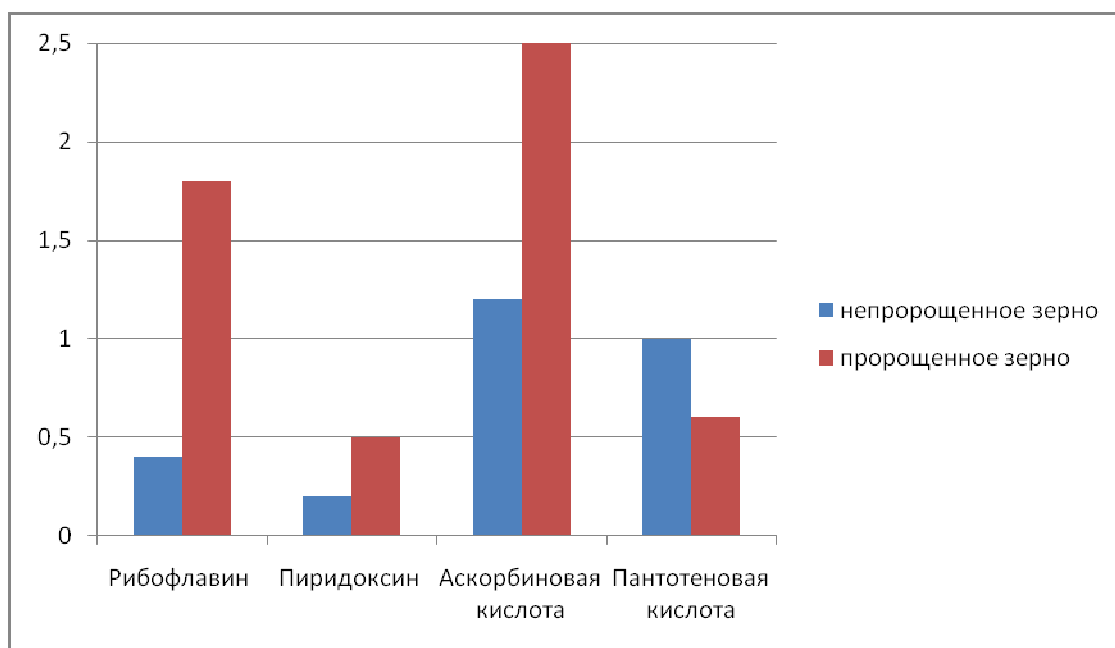


Рис. 3 – Сравнительная диаграмма водорастворимых витаминов зерен кукурузы

Таблица 1 – Массовая доля водорастворимых витаминов зерен кукурузы

Проба	Концентрация, мг/100 г					
	B2	B6	C	B3	B5	Bc
Обычная кукуруза	0,4	0,2	1,2	1,0	–	–
Пророщенная кукуруза	1,8	0,5	2,5	0,6	0,003	0,02

Для определения безопасности, пророщенные зерна проверяли на тяжелые металлы Pb, Cd, As методом АСС. В результате исследований выявлено, что содержание токсичных элементов не привисило нормы по СП «Санитарно-эпидемиологические требования к пищевой продукции», утв. МЗ РК пр. № 611 от 06.08.10 г. (табл. 2).

Таблица 2 - Показатели безопасности пророщенных зерен кукурузы

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
Токсичные элементы, мг/кг, не более			
– свинец	0,5	0,065	ГОСТ 26932-86
– кадмий	0,1	0,0005	ГОСТ 26933-86
– мышьяк	0,2	Не обнаружено	ГОСТ 26930-86

Как было установлено экспериментально, при проращивании в кукурузе увеличивается массовая доля водорастворимых витаминов и антиоксидантов. Возможно, ввиду того, что в результате биохимических реакций, происходящих при проращивании, происходят глубокие изменения в содержании азотистых веществ кукурузы, разрушается белок, образуются естественные необходимые для роста вещества, как витамины. Особо отметим появление фолиевой и никотиновых кислот, дает возможность рассматривать пророщенную кукурузу как ценное сырье для продуктов функционального назначения, в том числе для использования при разработке новых биоприправ.

Список литературы

1. Набиева Ж.С., Кизатова М.Ж., Витавская А. В. Антиоксидантная активность растительного сырья как показатель потребительских свойств продуктов питания нового поколения. «Технические науки – от теории к практике»: материалы IX Международной заочной научно-практической конференции (17 апреля 2012 г.); Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. С. 101-106.
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Вкусовые_добавки (дата обращения: 12.06.12).
3. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы//Изд-во Профессия, 2007. - С. 150-151.
4. Гатаулина Г.Г., Долгодворов В.Е., Обьедков М.Г. Технология производства продукции растениеводства.-2-е изд., перераб. и доп//Под ред. Проф. Г.Г. Гатаулиной.-М.:КолосС, 2007. – 105 с.
5. Кизатова М.Ж., Набиева Ж.С., Ищанова И., Жараскан Н. Түрлі дақыл дәндерін өндіру мерзімінің режимдерін анықтау. Вестник АТУ. Алматы: №1. 2012. – С. 6-10.

УДК 628.1:644:658.5

ВОЗМОЖНОСТИ БЕНЧМАРКИНГА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ БУТИЛИРОВАННЫХ ВОД

Стрикаленко Т.В, д-р мед. наук, проф., Ляпина Е.В., канд. хим. наук, доцент,
Базелева Н.А., д-р тех. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Выполнен анализ современных тенденций нормирования качества и управления производством бутилированных питьевых вод при использовании методологии бенчмаркинга

The state-of-the-art review of modern lines of normalization of quality and production management bottle drinking water in the countries of the world at use of benchmarking methodology are writing in this article

Ключевые слова: питьевая вода, бутилированные воды, бенчмаркинг.

Проблемы обеспечения населения качественной питьевой водой, как и устойчивого водоснабжения народного хозяйства, относятся к важнейшим проблемам безопасности каждого государства уже потому, что их решение во многом определяет жизнеспособность населения, а потому и, собственно, существование государства. Вместе с тем, сегодня, и это существенная особенность стран СНГ, развитие государственной регламентации качества питьевой воды элементарно не успевает за развитием бизнеса и новых технологий, а негибкая политика просто тормозит развитие, в частности, производства бутилированных питьевых вод [1, 2].

Использование бенчмаркинга в мире – достаточно распространенное явление, в отличие от стран на постсоветском пространстве. Так, например, в Японии, США и других странах бенчмаркинг развивается благодаря государственной поддержке. Считается, что развитие этого метода способствует обмену опытом, а значит, развитию рынка. Крупные ассоциации специалистов, работающих в водной отрасли

(AWWA, IBWA, IWA, EFBW и др.), эффективно используют в своей деятельности инструменты бенчмаркинга [3-5 и др.], ибо участие в программах бенчмаркинга позволяет предпринимателям и их предприятиям получить новые знания и умения, оценить производительность труда и эффективность использования основных фондов, обеспечить концентрацию ресурсов на направлениях, реально важных не только на данном этапе развития. Действительно, «текучка» и множество повседневных проблем, требующих неотлагательного решения, заставляют нередко задействовать все имеющиеся ресурсы для решения второстепенных, как оказывается со временем, задач. Тогда как, со стратегической точки зрения, такой достаточно известный инструмент, как бенчмаркинг, может дать новый толчок развитию, как ассоциаций, так и отдельных предприятий, особенно небольших, которые являются членами профессиональных ассоциаций.

Впервые метод бенчмаркинга (или бенчмаркетинга, как нередко именуют его специалисты по управлению) был сформулирован (формализован) в 1972 году и применен для оценки эффективности бизнеса Институтом стратегического планирования в Кембридже (США). Целенаправленное использование бенчмаркинга начала компания Rank Xerox в момент тяжелейшего кризиса в 1979 году для анализа затрат и качества собственных продуктов по сравнению с японскими продуктами. Сам термин «бенчмаркинг» произведен от английского слова benchmark («начало отсчета», «зарубка»). В наиболее общем смысле benchmark – это нечто, обладающее определенным количеством, качеством и способностью быть использованным как эталон при сравнении с другими предметами. Поскольку «эталоны» в понятии «качество питьевой воды» невозможны в принципе, говорить о «бенчмаркинге качества питьевой воды» можно с определенной долей условности, которую допускают авторы немногочисленных публикаций по проблеме [4-6 и др.]. В России в 2010 г. была издана книга «Бенчмаркинг качества питьевой воды» [7], задачами которой были, с одной стороны, популяризация подхода к производству питьевой воды в г. Санкт-Петербурге, а с другой – обоснование предложений по доработке проекта технического регламента «О безопасности питьевой воды», так как идеология авторов книги и разработчиков проекта названного регламента существенно отличны. О возможностях и путях применения идеологии бенчмаркинга в производстве бутилированных питьевых вод в [7] даже не упоминается.

Задачей настоящей работы было рассмотрение анализа возможности и путей применения метода бенчмаркинга (системной методологии бенчмаркинга) для оптимизации производства бутилированных питьевых вод в Украине. Проведение бенчмаркинг-исследования включает несколько этапов: выбор предмета исследования, формирование критерия(ев) оценки, выбор эталона для сравнения, сбор информации и ее анализ, апробация полученных знаний и внедрение. В приведенном перечне этапов вместо традиционно используемого «выбор субъекта исследования» мы указали «выбор предмета исследования», то есть параметров качества бутилированной питьевой воды, дискуссионность которых в нашей стране обсуждается уже не первый год. Ведь именно установление «нормативов» качества бутилированной питьевой воды [8] привело к тому, что минимизирован в настоящее время выпуск бутилированных природных питьевых вод, которые так ценятся в мире, и, с другой стороны, возросло производство подготовленных вод (дополнительно очищенной водопроводной воды), оправдываемое терминологией «гармонизации» с европейскими и международными нормативами.

Основными вопросами, подлежащими рассмотрению, стали: краткий анализ ситуации с производством бутилированных питьевых вод в Украине, анализ существующих подходов к нормированию и системам нормирования показателей качества питьевой и бутилированной питьевой воды в некоторых странах мира и, наконец, определение степени согласованности («гармонизации») показателей качества бутилированной питьевой воды в стране с рекомендуемыми международными (Всемирной организацией здравоохранения) требованиями к качеству питьевой воды. Итоговыми результатами бенчмаркинга качества бутилированной питьевой воды должны стать повышение их научной обоснованности и, по-видимому, оптимизация управления производством бутилированных питьевых вод в Украине.

В Украине количество производителей бутилированных питьевых вод к началу 2012 года сократилось более чем в 2 раза по сравнению с предкризисным периодом (2008-2009 гг.). Вместе с тем, потребление такой воды в 2011 г. достигло предкризисного уровня и составило 41 л на человека в год, что выше среднемирового (28.5 л на 1 человека в год) и составляет около 5.6 % суточной потребности человека в питьевой воде. При этом употребление природной (то есть не подвергавшейся никакой обработке) бутилированной воды в нашей стране не превышает 10 %, тогда как в странах Западной Европы природные бутилированные питьевые воды составляют около 95 % суточного потребления бутилированной питьевой воды. Импортируемые в нашу страну природные бутилированные воды также составляют ~ 75 % всего импорта бутилированной воды и, в подавляющем большинстве случаев, их качество не соответствует требованиям нормативного документа Украины, регламентирующего требования к качеству бутилированных питьевых вод [8]. Однако именно эти воды относят к водам «премиум-класса», что результативно в их спросе и стоимости. По-видимому, одной из причин такого отношения потребителей бути-

лированной питьевой воды к импортным бутилированным водам является не только «почитание» зарубежной продукции, но и вкусовые качества природной воды, существенно отличающие ее от «нормативно-подготовленной» воды.

Анализ подходов к нормированию показателей качества питьевой воды в странах Европы и в Украине показал следующее: Директива Совета Европейского Союза 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 года «О качестве воды, предназначенной для потребления человеком» [9] содержит такое определение: «Вода, предназначенная для потребления человеком – это вся вода: или в ее естественно-природном состоянии или после обработки, предназначенная для питья, кулинарии, приготовления пищи или других внутренних целей, независимо от ее происхождения и источников поставки: от распределительной сети, от танкера, или в бутылках, или в контейнерах, а также вся вода, используемая при производстве пищи, в процессах обработки, сохранения или маркетинга продуктов или веществ, предназначенных для человеческого потребления, если качество воды не влияет на качество пищевых продуктов в законченной форме». То есть, параметры качества воды, предназначенной для потребления человеком, должны быть выполнены для воды:

- поставляемой от распределительной сети в населенном пункте, в пределах помещения или учреждения, в которых вода обычно используется для человеческого потребления;
- поставляемой от танкера (цистерны) в пункте разгрузки;
- **помещенной в бутылки или контейнеры, предназначенные для продажи**, на объектах розлива воды в бутылки или контейнеры;
- используемой при производстве пищи на соответствующем объекте.

Бутилированные питьевые воды, таким образом, с одной стороны, не должны отличаться по физико-химическим параметрам качества от питьевой воды, подаваемой из других источников водоснабжения. С другой стороны, и это соответствует требованиям документов, разработанных Комиссией Codex Alimentarius [10,11], бутилированные природные воды не могут подвергаться какой-либо обработке, изменяющей их основной состав по физико-химическим или микробиологическим параметрам. Тогда как химический состав бутилированных вод должен соответствовать рекомендациям, изложенным Всемирной организацией здравоохранения в последнем (во времени) издании Руководства по контролю качества воды [12]. Производство бутилированных вод, согласно требованиям Комиссии Codex Alimentarius [11], должно отвечать всем требованиям, предъявляемым к пищевым производствам.

В Украине бутилированные питьевые воды упоминаются в нескольких документах [8,13], но лишь в последнем, СанПиН 2.2.4-171-10 [8], они «получили» ряд новшеств, которые, по мнению авторов документа, «гармонизируют» требования к качеству бутилированной в Украине воды с таковыми в странах ЕС и рекомендациями ВОЗ. Так, бутилированные питьевые воды перестали быть пищевым продуктом. Однако, часть таких вод осталась пищевым продуктом – это бутилированные воды «для детей» (категория вод, отсутствующая в нормативных документах стран мира, за исключением России). По ряду химических параметров (концентрации в бутилированной питьевой воде серебра, йода, кальция, магния, алюминия и др.) введены иные, чем ПДК, значения, не утвержденные в качестве гигиенических нормативов Комитетом по гигиенической регламентации МЗ Украины (по-видимому, не обоснованные результатами научных исследований).

Для характеристики бутилированных вод, определяющих их качество (и даже категорию – в России) введен критерий «физиологической полноценности» – чрезвычайно интересный, но до настоящего времени имеющий, в принципе, рекомендательный характер в силу своей недоизученности. В табл. 1 представлена «степень гармонизации» показателей качества бутилированных питьевых вод в Украине и ряде стран мира по критерию физиологической полноценности, из которой отчетливо видно, насколько разными являются представления об оптимальном составе («этalone») питьевой воды. И насколько трудно называть отечественные нормативы, регламентирующие качество бутилированных питьевых вод, гармонизированными с документами ЕС, ВОЗ и т.д.

На недостаточность такого подхода обращает внимание ряд исследователей [14-18], в том числе авторы Руководства ВОЗ по контролю качества воды [12]. Суть основных аргументов по этому поводу сводится к тому, что конкретные «цифры» (количественное выражение параметров конечного продукта – питьевой воды) просто не могут быть абсолютной характеристикой воды в регионах, имеющих геохимические и экологические особенности происхождения воды, различные социально-экономические и культурные традиции, а также применяющих различные технологии водоподготовки, либо использующих особенности воды при производстве уникальных продуктов питания [19].

Таблица 1 – Показатели физиологической полноценности (оптимальности) минерального состава питьевой воды в нормативных документах некоторых стран мира

Показатели качества воды	Ед. изм.	СанПиН 2.2.4-171-10 (Украина)	Директива 98/83/ЕС	Рук-во ВОЗ (2011)	СанПиН 2.1.4-1116-02 (Россия)	Критерии оптимальности Японии
Жесткость общая	ммоль/дм ³	1.5 – 7.0	–	a	1.5 – 7.0	0.2 – 5.0
Щелочность общая	ммоль/дм ³	0.5 – 6.5	–	a	–	–
Бикарбонаты НСО ₃ ⁻	мг/дм ³	–	–	a	30.0-400.0	–
Йодид-ионы	мкг/дм ³	20.0– 30.0	–	b	40. – 60.0	–
Калий	мг/дм ³	2.0 – 20.0	–	a	2.0 – 20.0	–
Кальций	мг/дм ³	25.0-75.0	–	–	25. – 80.0	–
Магний	мг/дм ³	10.0-50.0	–	–	5.0 – 50.0	–
Натрий	мг/дм ³	2.0 – 20.0	–	–	–	–
Фторид-ионы	мг/дм ³	0.7 – 1.2	1.5	1.5	0.5 – 1.5	–
Сухой остаток	мг/дм ³	200.-500.0	–	–	100.-1000.	30.-200.0
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	–	–	–	–	≤ 3.0
Запах	баллы	–	–	–	–	≤ 3.0
Хлор остаточн.	мг/дм ³	–	–	c	–	≤ 0.4
Температура	град.С	–	–	–	–	≤ 20.0

Примечания:

a – в тех концентрациях, в которых она имеет место в питьевой воде, опасности для здоровья не представляет

b – имеющихся данных недостаточно для расчета рекомендуемого параметра, учитывающего воздействие на здоровье

c – для эффективной дезинфекции должна быть остаточная концентрация свободного хлора $\geq 0,5$ мг/л по истечении, по крайней мере, 30 мин контактного времени, при pH <8,0.

Кроме того, нормативные требования к качеству питьевой воды, действующие в Украине в настоящее время, не позволяют установить уровень риска принятия решений при несоответствии им реальных показателей качества воды. Вместе с тем, они регламентируют использование показателей, не обоснованных данными о влиянии на здоровье человека (например, показатель жизнедеятельности рыбок в бутилированной воде). Однако, как подчеркивается в Руководстве ВОЗ [12], «ни в коем случае интересы безопасности и охраны здоровья населения не должны приноситься в жертву политическим соображениям или соображениям удобства», ибо конечной целью нормирования параметров качества воды является предупреждение потребления воды с компонентами, для которых неблагоприятное влияние на организм доказано многочисленными научными исследованиями и практикой здравоохранения.

Становление системы нормирования качества питьевой воды – это длительный исторический процесс накопления фактов, их тщательного изучения, обобщения и интерпретации с использованием достижений практически всех наук. В табл. 2 представлены некоторые данные о принципиальных подходах к управлению производством питьевых, в том числе бутилированных питьевых вод, через систему нормирования качества питьевой воды и создание инструментария для ее действенной реализации.

Наличие столь существенных отличий обусловлено, по-видимому, рядом причин. Так, регламентация показателей качества питьевой воды, осуществляемая сугубо научными структурными подразделениями, элементарно отстает от развития новых технологий и бизнеса, запросов общества. Одновременно формирующиеся ассоциации производителей питьевых, в том числе бутилированных питьевых вод, уже активно взаимодействуют с зарубежными коллегами и ассоциациями, но пока не могут или не осознают необходимость взаимодействия с государственными структурами в собственной стране и совместной работы с ними над созданием цивилизованного нормативно-правового поля, содействующего как оптимизации управления производством, так и обеспечению населения качественной питьевой водой. Усугубляет сложившуюся ситуацию отсутствие государственной поддержки должного информационного поля, профессионального обучения и научно-исследовательских структур, еще способных выполнять необходимые научные работы.

Таблиця 2 – Бенчмаркінг систем управління виробництвом питтьєвих вод в країнах Європи та України

Система нормування в країнах Європи (ВОЗ)	Система нормування в Україні
Вибір критерієв определєнія нормуємих параметрів якості води на основє останніх во время та науко-обоснованих показателєв безпеко-сти для чєловека	Использование гигиенических критерієв качества воды, разработанных до 1991 года
Унификация нормуємих показателєв качества питьєвой воды (для всех ее типов – бутилированной, колодезной, дополнительно очищенной и т.д.)	Использование различных нормуємих показателєв качества для разных типов питьєвой воды (водопроводной, бутилированной, колодезной, дополнительно очищенной и т.д.)
Региональная корректировка перечня контролируємих показателєв (остаточные количества используємих пєстицидов и др., дополнительное обеззараживание и др.)	Корректировка перечня контролируємих показателєв по согласованию с Минздравом Украины (жесткости, концентрации железа, натрия, остаточного свободного хлора и др.)
Унификация методєв контроля качества питьєвой воды (по методикам, утвержденным только ЕС)	Использование методєв контроля, утвержденных в Украине, России, СССР, ЕС и т.д.
Государственная поддержка систем управления качеством производства и конкурентной способности предприятий – производителей питьєвой воды	Акцент на «гармонизации» только на нормативных требований к воде, используємой чєловеком
Обеспечение достоверной информацией потребителєв разных типов питьєвой воды	Информирование потребителей воды о ее качестве в экстремальных ситуациях

Заключение

Выполнен анализ возможности и путей применения системной методологии бенчмаркинга для создания адекватной нормативной базы и оптимизации производства бутилированных питьєвых вод в Украине. Проблемы регламентации качества питьєвых, в том числе бутилированных питьєвых вод, чрезвычайно сложны и требуют продолжения углубленных исследований с использованием не только современных технологий и методєв, но и адекватной методологии, системного подхода с комплексной оценкой характеристик и компонентєв воды, «откликов» организма чєловека и окружающей среды, способных оптимизировать производство бутилированных питьєвых вод.

Литература

1. Гончарук В.В. Наука о воде. / К.: Наукова думка, 2010. – 512 с.
2. Стрикаленко Т. В Признаки и призраки современной регламентации качества и производства питьєвых вод. / «ЕТЕВК-2009»: Зб. доп. Міжнар. конгрєсу. – К.: Тов. «Гнозіс», 2009. – С.52-56.
3. Стрикаленко Т. В Актуальные проблемы гигиенической регламентации качества питьєвой воды. / Вода і водоочисні технології. – 2010. -№ 5-6 (47-48) – С.13-16.
4. Истории о бенчмаркинге и не только. / Электронный ресурс: <http://www.management.webstandart.net/issues/2003/10/827/>
5. Бенчмаркінг в українском маркетинге: да или нет? / Электронный ресурс: <http://mmr.ua/news/newsid/21208/>
6. Швеє Е.А. Возможности бенчмаркинга для управления водоснабжением предприятий пищевой отрасли. / Мат-лы III научно-практ. конф. «Вода в пищевой промышленности». – Одєсса: ОНАПТ, 2012. – С.28.
7. Онищенко Г.Г. Бенчмаркінг качества питьєвой воды / Г.Онищенко, Ю.Рахманин, Ф.Кармазинов, В.Грачев, Е.Нефєдова. – СПб.: Новый журнал, 2010. – 432 с.
8. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Державні санітарні правила і норми. ДСанПіН 2.2.4.171-10.- Офіційний вісник України. – 2010.- № 51. – 16.07.2010. – С.99-129.
9. European Council (1998) Directive 98/83/EC of 3 November 1998 Relating to the Quality of Water Intended for Human Consumption. Off. J. of Europ.Comm. № L 330/32 [Директива Совета Европейского Союза 98/8ЕС по качеству воды, предназначенной для потребления чєловеком. – М.: Протектор, 1999. – 56 с.]
10. General Standart for Bottled/Packaged Drinking Waters (other than Natural Mineral Waters). Codex Stan 227-2001. / Codex Alimentarius Comission.- Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2001. (на рус.язьке опублікован в кн. Е.Т.Зуєв, Г.С.Фомин. Питьєвая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. – М.: Протектор, 2003. – С.9-15).

11. Code of Hygienic Practice for Bottled/Packaged Drinking Waters (other than Natural Mineral Waters). CAC/RCP 48-2001. / Codex Alimentarius Commission.- Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2001 (на рус.языке опублікован в кн. Е.Т.Зуев, Г.С.Фомин. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. – М.: Протектор, 2003. – С.16-28).
12. Guidelines for Drinking-Water Quality. / 4-th Ed. – Vol.1. Recommendations. – Geneva, Switzerland: WHO, 2011. – 564p.
13. Закон України «О питьевой воде и питьевом водоснабжении» № 2918-III от 10.01.2002г.
14. Критерии безопасности питьевой воды в европейском, российском и украинском водном законодательстве. /Ю. А. Рахманин, Р. И. Михайлова, В. М. Шестопалов, М. В. Набока, Л. П. Почечайлова. - Мат-лы 8-го междунар. конгресса «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2008– М.:ЗАО «Фирма Сибико Интерн», 2008. /Секция «Вода и здоровье»/. [Электронный ресурс].
15. Стрикаленко Т. В Актуальные проблемы гигиенической регламентации качества питьевой воды. / Вода і водоочисні технології. – 2010. -№ 5-6 (47-48) – С.13-16.
16. Кильдышева А.Н., Швец Е.А. Вода, которую мы пьем, станет лучше? / Водопостачання та водовідведення. –2010. – № 4. – С. 31-34.
17. Набока М. В. Влияние физических свойств на безопасность питьевой воды: парадоксы нормирования. / Мат-лы III научно-практ. конф. «Вода в пищевой промышленности». – Одесса: ОНАПТ, 2012. – С.18-21.
18. Бамбура О. Фасовані питні води у нормативних документах Європи, країн СOT та України. / Мат-лы Всеукр. научно-практ. конф. молодых ученых «Вода в пищевой промышленности». – Одесса: ОНАПТ, 2011. – С.9.
19. Федоренко В. И. Влияние минерального состава воды на качество пива. / Информационный бюллетень АВТ. – Выпуск № 6. – Одесса: Ветаком, 2002. – С. 43-56.

РОЗДІЛ 3

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ,
ОБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА

Батт А.В., канд. техн. наук, доцент, Чумаченко Ю.Д., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В данной статье приводятся результаты исследования влияния различных факторов на горизонтальную и вертикальную составляющие амплитуды колебаний в трех точках, равномерно расположенных по длине образующей рабочего органа: в центральной, средней и периферийной его частях.

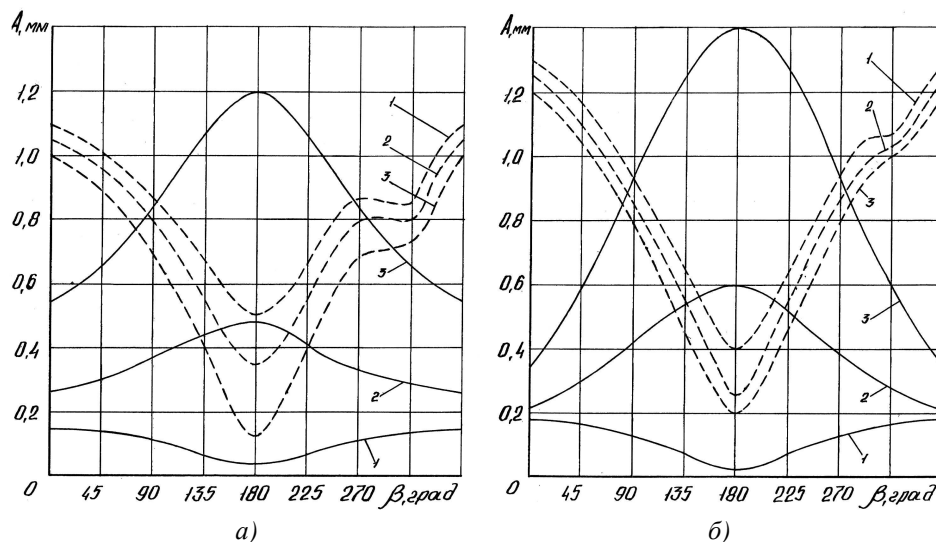
This article presents the results of investigations of the influence of various factors on the horizontal and vertical components of the oscillation amplitude at three points equally spaced along the length of the generatrix of the working bodies: the central, middle and peripheral parts of it.

Ключевые слова: вибрационное сепарирование, кинематические параметры.

Проведено изучение влияния угла взаимного расположения дебалансов, их масс и частоты вращения на горизонтальную и вертикальную составляющие амплитуды колебаний в трех точках, равномерно расположенных по длине образующей рабочего органа: в центральной, средней и периферийной частях.

Исследование влияния угла взаимного расположения дебалансов на составляющие амплитуд колебаний проводили во всем диапазоне его изменения: от 0° до 360° . В предварительных опытах были определены максимально возможные, с точки зрения динамической уравновешенности, массы дебалансов.

На рис. 1 представлены зависимости горизонтальных (пунктирные кривые) и вертикальных (сплошные кривые) составляющих амплитуд колебаний (A) в трех точках рабочего органа от угла взаимного расположения дебалансов (β) при различных соотношениях их масс. На указанных рис. 1-3 — кривые изменения амплитуд соответственно в центральной, средней и периферийной частях рабочего органа. Исследование проводили при частоте колебаний рабочего органа 25 с^{-1} .



а — $m_d/m_n = 0,15 \text{ кг}/0,10 \text{ кг}$; б — $m_d/m_n = 0,15 \text{ кг}/0,15 \text{ кг}$

Рис. 1 – Зависимость составляющих амплитуды колебаний от угла взаимного расположения дебалансов

Представленные зависимости носят до известного предела параболический характер. С увеличением угла взаимного расположения дебалансов кривые выполаживаются и при $\beta = 180^\circ$ проходят через экстремум.

Вертикальные составляющие при значениях $\beta > 135^\circ$ резко возрастают. В этом случае машина работает на предельных режимах. Объясняется это следующим. При расположении центра тяжести колеблющейся части машины между дебалансами возмущающие моменты могут быть разных знаков ($\beta = 0^\circ$) или одного знака ($\beta = 180^\circ$). При увеличении масс дебалансов и $\beta > 135^\circ$ значительно

возрастает значение возмущающих моментов от верхнего и нижнего дебалансов, что количественно и качественно изменяет картину составляющих амплитуд колебаний.

Как правило, горизонтальные составляющие при $\beta = 0^\circ$ (360°) больше, чем при $\beta = 180^\circ$. Вертикальные составляющие, напротив, во всех случаях при $\beta = 180^\circ$ принимают максимальное значение. Объясняется это тем, что при $\beta = 0^\circ$ (360°) центробежные силы дебалансов направлены в одну сторону; возмущающая сила, действующая в горизонтальной плоскости, также направлена в одну сторону и равна сумме центробежных сил дебалансов, что и приводит к значительным перемещениям рабочего органа в горизонтальной плоскости. При $\beta = 0^\circ$ (360°) возмущающие моменты разных знаков. Поэтому результирующий возмущающий момент, действующий в вертикальной плоскости, будет равен разности возмущающих моментов от верхнего и нижнего дебалансов. При этом угловые повороты колеблющейся части машины будут минимальными, что обуславливает минимальные значения вертикальных составляющих.

При $\beta = 180^\circ$ центробежные силы, возникающие при вращении дебалансов, направленные в противоположные стороны, создают вращающий момент в вертикальной плоскости, равный по величине сумме моментов от верхнего и нижнего дебалансов. Увеличение возмущающего момента приводит к увеличению угловых поворотов колеблющейся части машины, в результате чего значительно увеличиваются вертикальные составляющие амплитуды колебаний, которые при $\beta = 180^\circ$ достигают своего максимума.

Всю область изменения амплитуд колебаний от угла взаимного расположения дебалансов можно разделить на две относительно симметричные области: от 0° до 180° и от 180° до 360° . В области от 0° до 180° вращение осуществляется с опережением верхнего дебаланса нижним, в области от 180° до 360° — нижнего дебаланса верхним.

В пределах изменения угла взаимного расположения дебалансов от 0° до 180° горизонтальные составляющие амплитуды колебаний изменяются более монотонно, чем в области от 180° до 360° .

Вертикальные составляющие на периферии рабочего органа во всех случаях больше, чем в центре, так как центральная часть рабочего органа расположена ближе к центру тяжести колеблющейся системы машины, а значит к центру колебаний.

Анализируя приведенные на графиках зависимости, видим, что значения составляющих амплитуд колебаний как горизонтальных, так и вертикальных в различных точках рабочего органа значительно отличаются друг от друга. Причем более существенные отличия имеют вертикальные составляющие.

Таким образом, угол взаимного расположения дебалансов существенно влияет на значения амплитуд и направленность колебаний, т. е. на закон движения рабочего органа машины. Следует также отметить значительную зависимость закона движения точек рабочего органа от их расстояния до вертикальной оси симметрии.

Зависимость составляющих амплитуд колебаний от координат точек рабочего органа дает основание заключить, что точки рабочего органа, расположенные на различном расстоянии от вертикальной оси симметрии, движутся по замкнутым кривым, различно ориентированным в пространстве. Точки рабочего органа, расположенные на различном расстоянии от вертикальной оси симметрии, характеризуются различными параметрами колебаний.

Величина и ориентированность замкнутой кривой, значительно влияют на параметры движения частицы по поверхности рабочего органа.

На основании полученных результатов изучение влияния других факторов на составляющие амплитуды колебаний проводили в области изменения угла взаимного расположения дебалансов от 0° до 180° .

Исследование влияния частоты вращения дебалансов на составляющие амплитуды колебаний проводили при различных углах взаимного расположения дебалансов и различных соотношениях их масс.

На рис. 2 представлены зависимости составляющих амплитуд колебаний от частоты при различных соотношениях масс дебалансов.

Так как вибрационный сепаратор работает в резонансном режиме, то с повышением частоты колебаний составляющие амплитуды как горизонтальной, так и вертикальной во всех случаях уменьшаются.

Изменение частоты в диапазоне $22...35 \text{ с}^{-1}$ незначительно влияет на величину амплитуд.

При частотах менее 20 с^{-1} вертикальная составляющая резко увеличивается. Это объясняется приближением частоты вынужденных колебаний к частоте свободных колебаний.

Наименьшие значения составляющих амплитуд колебаний при частотах более 25 с^{-1} наблюдаются в центральной части рабочего органа. Особенно это заметно для вертикальной составляющей амплитуды колебаний. Это объясняется тем, что, с одной стороны, увеличение частоты колебаний приводит к уменьшению амплитуды, а с другой стороны, при $\beta = 180^\circ$ возникает максимальный возмущающий момент, вызывающий значительные угловые повороты рабочего органа. В результате центральная часть рабочего органа, близко расположенная к центру колебаний, оказывается почти неподвижной в вертикальной плоскости.

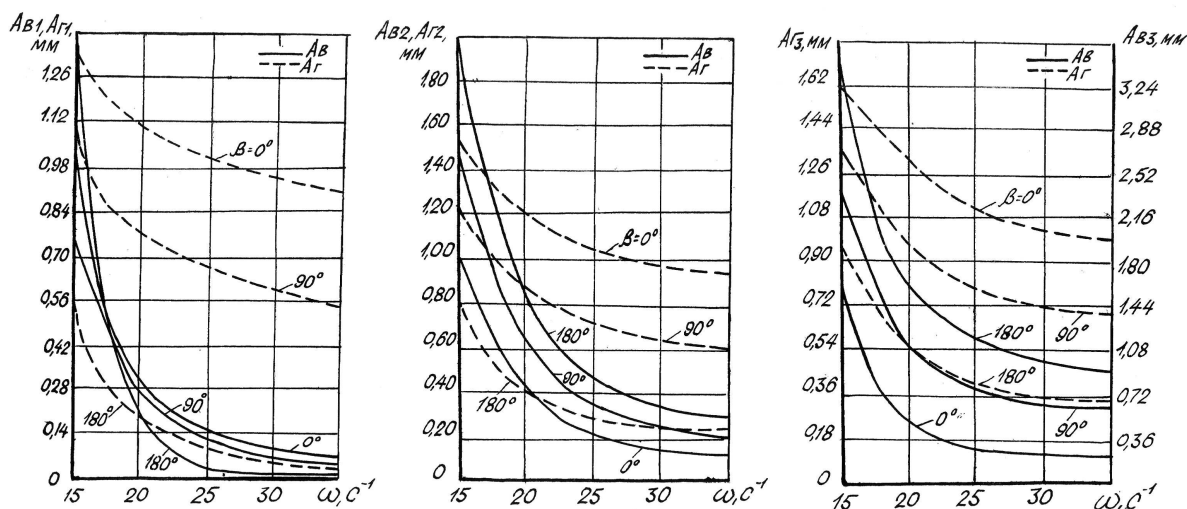


Рис. 2 – Зависимость составляющих амплитуды колебаний от частоты вращения дебалансов ($m_0/m_n = 0,10 \text{ кг}/0,15 \text{ кг}$)

Таким образом, при частотах вращения дебалансов, в несколько раз превышающих собственные колебания рабочего органа, составляющие амплитуды колебаний незначительно изменяются с изменением частоты вращения дебалансов, а их величина приближается к горизонтальным асимптотам графиков.

Влияние масс дебалансов на составляющие амплитуд колебаний исследовали при фиксированном значении массы одного из дебалансов, равной 0,10 кг.

На рис. 3 и 4 показано влияние масс соответственно нижнего и верхнего дебалансов на составляющие амплитуд колебаний при различных углах взаимного расположения дебалансов частоте их вращения 25 с^{-1} .

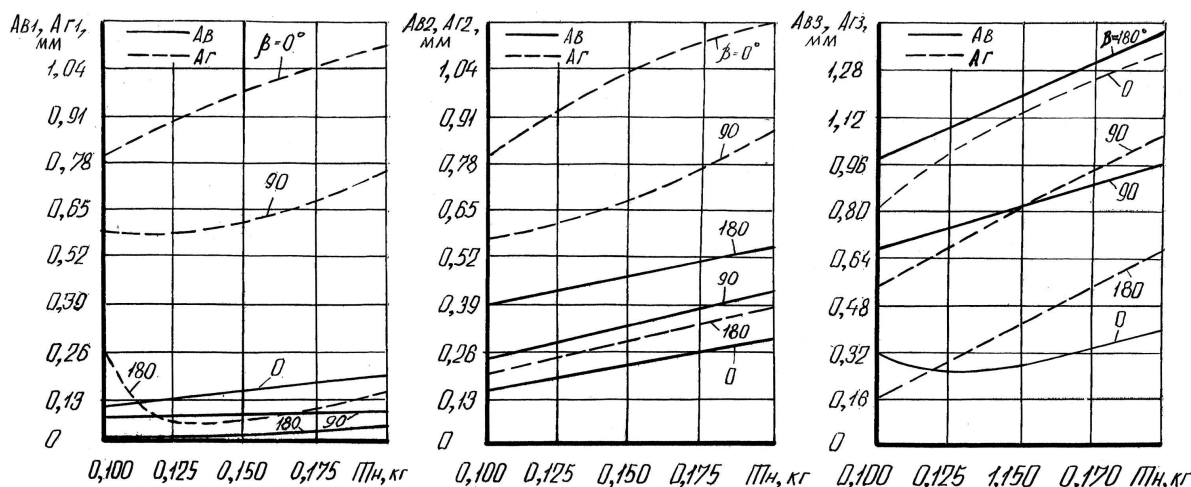


Рис. 3 – Зависимость составляющих амплитуды колебаний от массы нижнего дебаланса

Из представленных зависимостей видно, что с увеличением масс дебалансов как нижнего, так и верхнего горизонтальные и вертикальные составляющие амплитуд колебаний во всех точках рабочего органа (центральной, средней и периферийной его частях) увеличиваются, причем, в основном, по линейной или почти линейной зависимости. Исключение составляют зависимости изменения амплитуд от массы верхнего дебаланса при $\beta = 180^\circ$ во всех точках рабочего органа как для горизонтальной, так и для вертикальной составляющих, а также — от изменения массы нижнего дебаланса при $\beta = 90, 180^\circ$ в точке 1 рабочего органа для горизонтальной составляющей и при $\beta = 0^\circ$ в точке 1 для вертикальной составляющей.

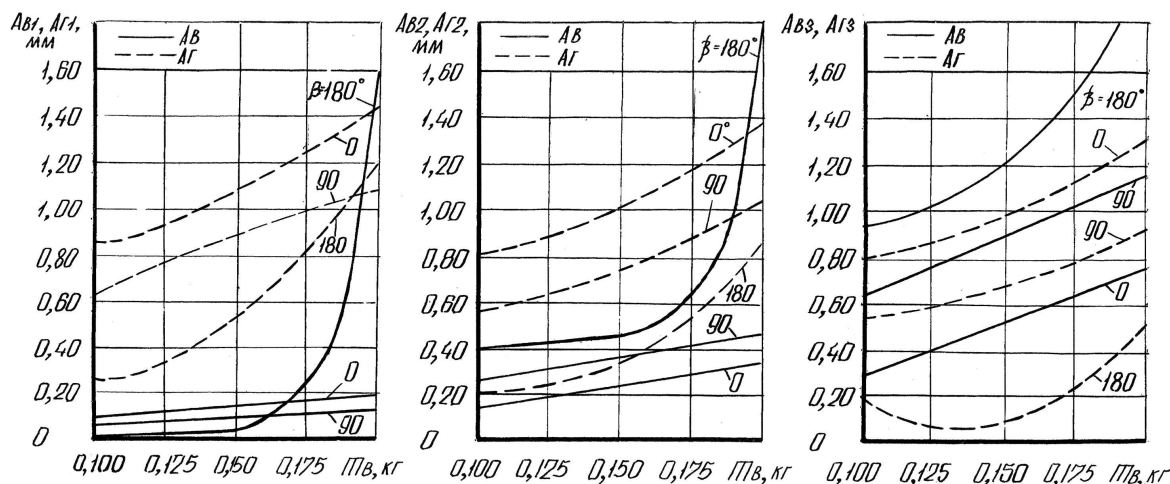


Рис. 4 – Зависимость составляющих амплитуды колебаний от массы верхнего дебаланса

На рис. 3 видно, как при углах $\beta = 90, 180^\circ$ в точке 1 рабочего органа горизонтальные составляющие при увеличении массы нижнего дебаланса вначале уменьшаются и принимают минимальные значения при $m_n = 0,125$ кг, а затем увеличиваются, что объясняется следующим. Центр тяжести колеблющейся части машины расположен между дебалансами, причем ближе к нижнему. При увеличении массы нижнего дебаланса увеличивается результирующий возмущающий момент, действующий в вертикальной плоскости, который при $m_n = 0,125$ кг вызывает в большей степени угловые повороты колеблющейся части машины при незначительном перемещении его в горизонтальной плоскости. Учитывая, что центральная точка рабочего органа ближе других расположена к центру колебаний, её перемещение в горизонтальной плоскости в рассматриваемом случае будет минимальным. Особенно это заметно при $\beta = 180^\circ$. При дальнейшем увеличении массы нижнего дебаланса возрастает возмущающая сила от него, которая приводит к увеличению перемещения рабочего органа в горизонтальной плоскости, т. е. горизонтальная составляющая амплитуды колебаний увеличивается.

Следует отметить, что изменение массы верхнего дебаланса более существенно влияет на изменение вертикальной составляющей амплитуды, чем изменение массы нижнего дебаланса (см. рис. 4). Это также объясняется размещением центра тяжести колеблющейся части машины ближе к нижнему дебалансу. В результате этого при разных массах возмущающий момент больше от массы верхнего дебаланса. При увеличении массы верхнего дебаланса увеличиваются условия перемещения рабочего органа, что и приводит к увеличению вертикальной составляющей амплитуды колебаний. Значительное влияние массы верхнего дебаланса на вертикальную составляющую амплитуды колебаний особенно хорошо заметно при $\beta = 180^\circ$ во всех трех точках рабочего органа. При $\beta = 180^\circ$ возмущающие моменты от дебалансов одного знака, вследствие чего результирующий возмущающий момент равен их сумме.

При $\beta = 180^\circ$ горизонтальная составляющая амплитуды колебаний существенно возрастает при увеличении массы верхнего дебаланса (см. рис. 4). Это свидетельствует о том, что значительные угловые перемещения рабочего органа под воздействием результирующего возмущающего момента, действующего в вертикальной плоскости, приводят к увеличению не только вертикальной составляющей, но и горизонтальной составляющей амплитуды колебаний.

Анализируя представленные зависимости, можно также заключить, что при увеличении массы нижнего дебаланса быстрее увеличивается амплитуда горизонтальных колебаний, что является косвенным подтверждением тому, что центр тяжести колеблющейся части машины расположен ближе к нижнему дебалансу.

Выводы

Установлено, что точки рабочего органа, расположенные на различном расстоянии от вертикальной оси симметрии, имеют различные параметры колебаний как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Определены параметры колебаний, в зависимости от влияющих на них факторов, в трех характерных точках, равномерно расположенных по длине образующей рабочего органа: в центральной, средней и периферийной его частях.

Установлено, что угол взаимного расположения дебалансов в наибольшей степени влияет на величину составляющих амплитуды колебаний и их направленности. Причем более существенное влияние он оказывает на величину вертикальной составляющей.

Литература

1. Батт А. В. Функциональные зависимости процесса вибрационного сепарирования трудносыпучих продуктов [Текст] / А. В. Батт, Ю. Д. Чумаченко // Наукові праці ОНАХТ, Одеса, 2011. – Вип. 40, Т. 1. – С. 57-62.
2. Гончаревич И. Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности [Текст] / И. Ф. Гончаревич, Н. Б. Урьев, М. А. Талейсник. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 280 с.
3. Гортинский В. В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / В. В. Гортинский, А. Б. Демский, М. А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
4. Заика П. М. Вибрационные зерноочистительные машины [Текст] / И. М. Заика. – М.: Машиностроение, 1967. – 144 с.
5. Петрусов А. И. Зерноперерабатывающие высокочастотные вибрационные машины [Текст] / А. И. Петрусов. – М.: Машиностроение, 1975. – 40 с.

УДК 664.726.9

ТЕНДЕНЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ КАМНЕОТБОРНИКОВ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Петров В.Н., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье рассмотрено развитие оборудования для отбора минеральной примеси с зерновой массы. Наиболее подробно изложены конструктивные решения применительно к приводным механизмам данного вида оборудования.

The article considers the development of equipment for the selection of mineral admixture to grain mass. The most detailed designs with respect to the driving mechanisms of this type of equipment.

Ключевые слова: камнеотборник, машина вибропневматического действия, дека, зерно, минеральная примесь.

В настоящее время широкое распространение получили вибропневматические камнеотделительные машины, в которых используют воздушный поток в сочетании с колебаниями ситовой деки. Ряд заводов СНГ изготавливает под различными названиями вибропневматические камнеотборники типа РЗ-БКТ, выполненные по технологической схеме, приведённой на рис. 1а.

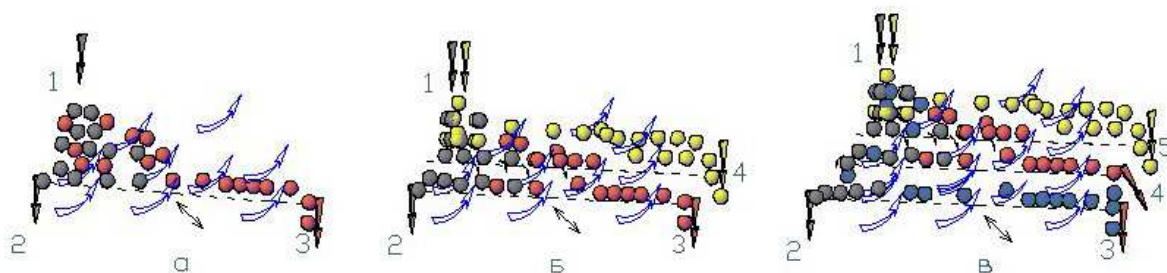


Рис. 1 – Схемы камнеотборников вибропневматического действия

Камнеотборники типа РЗ-БКТ (рис. 2а) имеют корпус 1, установленный на пружинных опорах 2, стойке 3, имеющей подпружиненное основание. В корпусе 1 установлена ситовая дека 4. Применение в камнеотборниках типа РЗ-БКТ вибраторов маятникового типа требует установки центра масс вибратора А на одной прямой линии с осью установки вибратора В и общим центром масс С. Неравномерное поступление зерна приводит к смещению общего центра масс С от линии центров, что приводит к изменению вибрационных характеристик на сетчатой поверхности деки. Систематическая ошибка установки

центра масс вибратора А, относительно линии центров АС, при установке угла направления вибраций, также приводит к уходу параметров вибрации от оптимальных. В рассмотренном типе вибропневматических камнеотборников поток основного зерна и поток минеральных примесей на деке направлены в противоположных направлениях, что не всегда способствует эффективному прохождению процесса сепарирования. Ряд фирм Buhler, GBS, Satake и другие выпускают камнеотборники с разгрузочным ситом (рис. 1б), что позволяет улучшить условия разделения, особенно тяжелой фракции зерна от минеральной примеси. Подача зерновой смеси осуществляется в верхней зоне, по всей ширине разгрузочного сита, что позволяет более эффективно использовать ситовую поверхность. Сход с верхнего сита легкой фракции зерна 4, выводится через два фронтальных патрубка. Сход основной фракции зерна с нижней дековой поверхности осуществляется через аналогичные патрубки, расположенные попарно, рядом с ранее рассмотренными. С противоположной стороны машины расположен патрубок для вывода минеральной примеси.

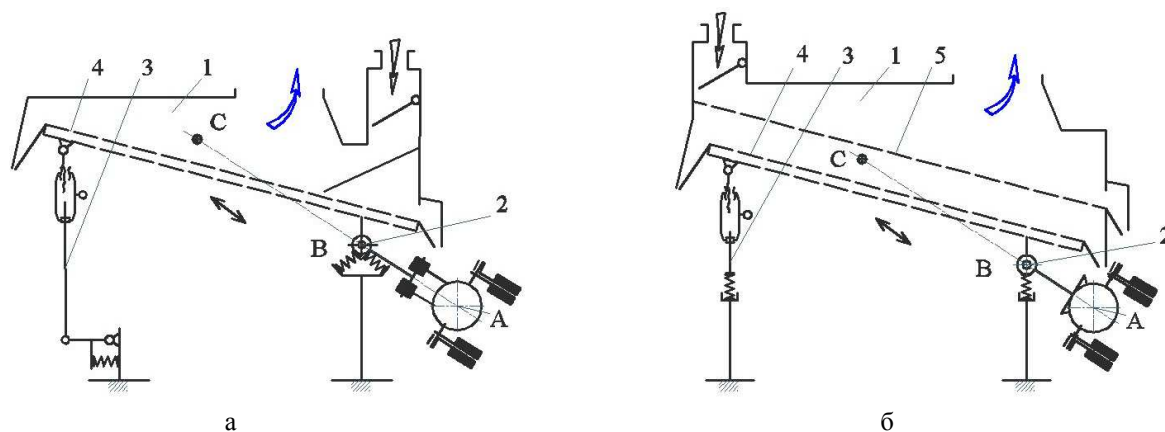


Рис. 2 – Схемы установки колебателя в камнеотборниках типа РЗ-БКТ (а) и МТСЦ (б)

Минеральная примесь и зерно проходят через сито и поступают на деку, которая расположена под ситом. Здесь осуществляется основная сепарация минеральной примеси 2 от полновесной фракции зерна 3. Стремление к увеличению производительности требует увеличения площади деки и установки разгрузочного сита 5 (рис. 2б), что в свою очередь приводит к увеличению массы всей системы. Ситуация с параметрами вибрации усугубляется при смещении центра масс вибратора А. В связи с этим, ряд фирм отказались от регулирования угла направления вибраций, устанавливая два идентичных вибратора, на рассчитанную и установленную под постоянным углом к ситовой поверхности плиту. Учитывая постоянство технологических параметров на некоторых предприятиях отрасли, такое инженерное решение является вполне оправданным. Данную схему установки вибраторов стали применять и в конструкциях камнеотборников без разгрузочного сита (рис. 3а). Основная тенденция в конструировании машин данного назначения, заключается в переходе ряда ведущих фирм на данную схему построения камнеотборников.

Фирма Satake применяет в конструкциях камнеотборников наряду с разгрузочным ситом две ситовые деки (рис. 1в). Это позволяет увеличить, как количество выходных фракций, так и эффективность процесса сепарации за счёт контрольной сепарации тяжёлой фракции. Исходная смесь сыпучего материала поступает на вибрирующее разгрузочное сито, продуваемое восходящим потоком воздуха. Учитывая процесс стратификации, тяжелые частицы опускаются на ситовую поверхность, а легкие частицы поднимаются в верхние слои. Минеральная примесь, тяжелая и средняя фракции зерна проходят через ситовую поверхность, легкая фракция уходит сходом 5. Проходовые частицы достигают деки, где воздушный режим подобран таким образом, что в верхних слоях оказывается средняя и тяжёлая фракция зерна, которые уходят сходом 4, а в нижних слоях минеральная примесь и часть тяжелой фракции зерна. Учитывая, что нижние слои зернового потока испытывают большее вибрационное воздействие от деки, вверх по ней устремляются минеральная примесь и часть тяжелой фракции зерна, которые попадают на нижнюю (контрольную) деку. На нижней деке происходит аналогичный процесс вибропневматического разделения, где небольшое количество зерна (только тяжелая фракция 3), устремляется в верхний слой, успешно разделяется с минеральной примесью 2, которая оседает в нижних слоях и выводится противотоком вверх по нижней деке.

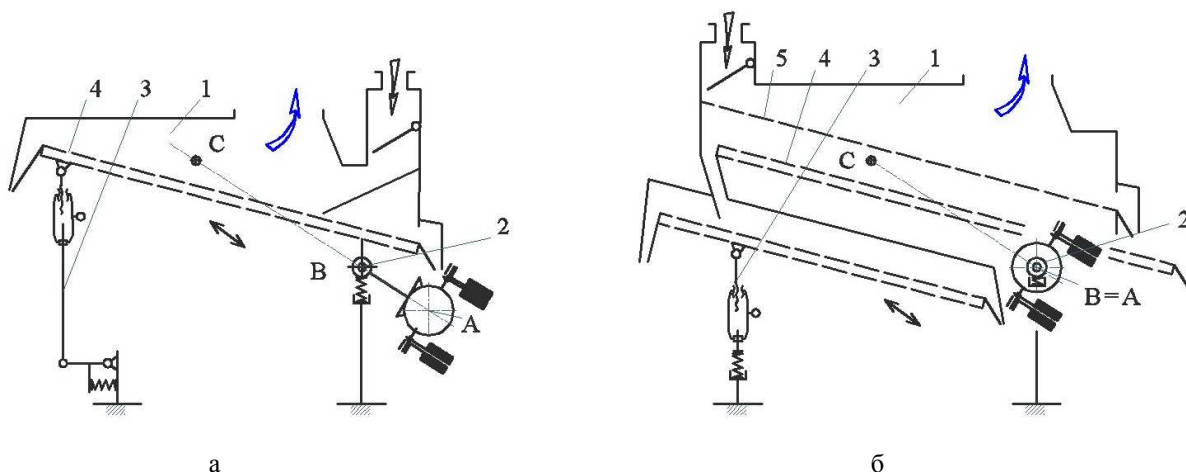


Рис. 3 – Схемы установки вибратора в камнеотборнике типа РЗ-БКТ (а) и Satake (б)

Данная технологическая схема камнеотборника с разгрузочным ситом и контрольной декой, повышает эффективность очистки исходной смеси. Однако такое инженерное решение также приводит к увеличению массы колеблющейся системы. Для устранения нежелательных последствий увеличения массы, два вибратора установили по бокам камнеотборника, с размещением их центров масс А на оси опор В (рис. 3 б). Такое решение позволяет осуществить точную заводскую установку вибраторов и обеспечить правильное направление колебаний.

Фирма CIMBRIA HEID GmbH использует в своих камнеотборниках эксцентриковые вибраторы (рис.4 а). Корпус машины 1 установлен неподвижно с возможностью настройки угла наклона ситовой поверхности 2, относительно точки А. При этом только ситовая рамка 2 с продуктом испытывает вибрацию. Это обеспечивает исключение резонансных явлений при неустановившемся режиме работы машины, так и получение оптимального расположения точек А, В и С на одной прямой. Кроме этого небольшая масса вибрирующих элементов снижает энергопотребление привода.

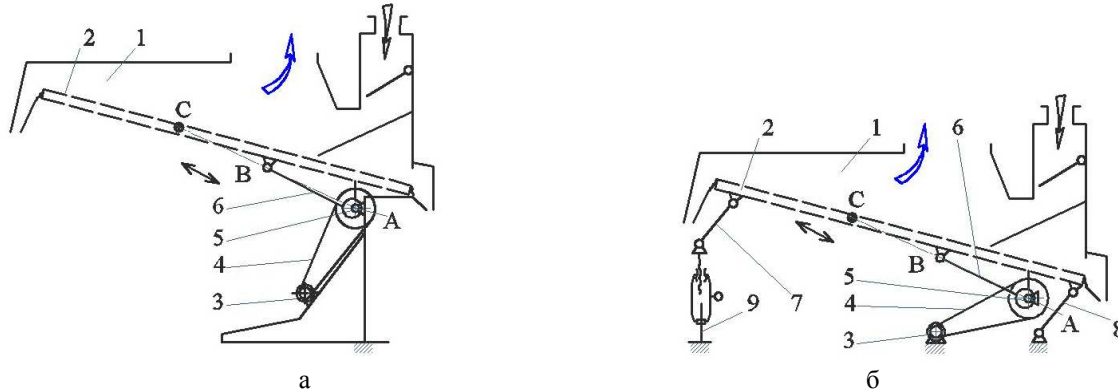


Рис. 4 – Схемы установки эксцентриковых вибраторов в камнеотборниках

Имеется и другое инженерное решение установки эксцентриковых колебателей в приводе камнеотборников (рис. 4 б). Корпус 1 с установленной декой 2, находятся на парах шарнирных стоек 7 и 8. Электродвигатель 3 через ременную передачу 4 приводит во вращение эксцентриковый вал 5. Шарнирно связанный с этим валом кривошип 6 осуществляет возвратно-поступательное перемещение рамки с ситовой поверхностью 2. Для регулирования угла наклона рабочей деки 2, шарнирные стойки 7 установлены на двух столбиках 9, регулируемых по высоте. Однако весь корпус 1, имеющий значительную массу приводится в возвратно-поступательное движение. Это требует установки в приводе электродвигателя повышенной мощности по сравнению с ранее рассмотренным камнеотборником фирмы CIMBRIA HEID GmbH.

Камнеотборники по рассмотренным схемам, выпускаются рядом фирм с рециркуляцией основного воздушного потока, что приводит к значительной экономии при эксплуатации.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Гросул Л.И., д-р техн. наук, профессор, Шипко И.М., канд. техн. наук, доцент,
Украинцев И.С., магистр

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты исследования обработки зерна пшеницы в шелушильно-шлифовальной машине оснащенной распределительно-направляющим устройством.

The results of experimental research of processing grain of wheat in disk shelling-grinding machine with distributive-directive installation have been proposed.

Ключевые слова: шелушение, шлифование, шелушильно-шлифовальная машина.

В результате проведенного анализа принципов действия и конструктивно-функциональных решений шелушильных и шлифовальных машин установлено, что основным оборудованием, применяемым в зерноперерабатывающей промышленности для шелушения зерна с прочной связью оболочек и шлифования ядра, являются дисковые машины А1-ЗШН-3. Эти машины отличает высокая универсальность – способность перерабатывать ячмень, пшеницу, горох, кукурузу. Простая конструкция рабочей зоны, выполненной в виде дискового абразивного ротора окруженного ситовым цилиндром [1], обуславливает недостатки:

— неравномерные условия обработки зерна по высоте рабочей зоны (нижние абразивные диски воспринимают наибольшее давление, создаваемое высотой слоя продукта в рабочей зоне, в то время как верхние диски оказываются не догруженными);

— зерновая масса в рабочей зоне вовлекается во вращательное движение вместе с ротором, что снижает скорость движения зернового потока относительно абразивных дисков;

— торцевые поверхности абразивных дисков, занимающие значительную часть от общей поверхности рабочих органов, не участвуют в истирании оболочек.

Приведенные недостатки обуславливают необходимость поиска новых конструктивно-функциональных решений, основанных на использовании распределительно-направляющих устройств (РНУ) [2]. РНУ устанавливаются над каждым абразивным диском между ситовым цилиндром и валом машины. РНУ состоит из воронки, направляющей зерновой поток на торец абразивного диска и радиальных тормозных лопаток, закрепленных на внешней поверхности и в середине воронки.

Разработка новых конструкций шелушильных и шлифовальных машин с улучшенными техническими характеристиками невозможна без учета основных закономерностей процессов отделения покровных тканей зерновки. Для проведения необходимых исследований разработана и изготовлена лабораторная экспериментальная шелушильно-шлифовальная машина с тремя абразивными дисками размером 250×76×35 мм, зернистостью № 80. Над каждым диском устанавливали РНУ, оснащенное верхними и нижними тормозными лопатками. Во время эксперимента исследовалась зависимость количества отделенных оболочек, дробленых зерен, зольность продукта и мощность привода ротора от факторов: угловой скорости ротора, производительности, количества тормозных лопаток над абразивными дисками, количества тормозных лопаток расположенных в середине воронки РНУ. Диапазон варьирования факторов выбирали с учетом предварительного анализа литературных источников и по результатам предварительных опытов. Эксперимент проводили по схеме греко-латинского квадрата [3].

Таблица 1 – План экспериментального

	K^H_1	K^H_2	K^H_3	K^H_4	K^H_5
K^B_5	ω_1, Q_1	ω_2, Q_2	ω_3, Q_3	ω_4, Q_4	ω_5, Q_5
K^B_4	ω_2, Q_5	ω_3, Q_1	ω_4, Q_2	ω_5, Q_3	ω_6, Q_4
K^B_3	ω_3, Q_4	ω_4, Q_5	ω_5, Q_1	ω_1, Q_2	ω_2, Q_3
K^B_2	ω_4, Q_3	ω_5, Q_4	ω_1, Q_5	ω_2, Q_1	ω_3, Q_2
K^B_1	ω_5, Q_2	ω_1, Q_3	ω_2, Q_4	ω_3, Q_5	ω_4, Q_1

Основным объектом исследования был процесс в рабочей зоне шелушильно-шлифовальной машине. Определение необходимого числа повторений опытов производили при фиксированных значениях входных факторов на средних уровнях. Применение представленного плана эксперимента позволило умень-

шить количество опытов и получить многофакторные зависимости исследуемых параметров процесса от варьируемых факторов в виде произведения нелинейных функций. Данный план эксперимента позволяет получить максимальную по охвату и наиболее достоверную по содержанию информацию. Такая схема проведения экспериментов позволяет исключить помехи, учесть взаимодействие всех исследованных факторов, статистических неоднородностей в условиях проведения опытов, а методом дисперсионного анализа оценить влияние каждого из факторов на изучаемый параметр. При проведении эксперимента уровни варьирования факторов принимали следующие значения: угловая скорость вращения ротора $\omega_1 = 52,36 \text{ C}^{-1}$; $\omega_2 = 104,72 \text{ C}^{-1}$; $\omega_3 = 157,08 \text{ C}^{-1}$; $\omega_4 = 209,44 \text{ C}^{-1}$; $\omega_5 = 261,80 \text{ C}^{-1}$; производительность $Q_1 = 8,33 \times 10^{-2} \text{ кг/с}$; $Q_2 = 4,17 \times 10^{-2} \text{ кг/с}$; $Q_3 = 5,55 \times 10^{-2} \text{ кг/с}$; $Q_4 = 4,17 \times 10^{-2} \text{ кг/с}$; $Q_5 = 2,78 \times 10^{-2} \text{ кг/с}$; количество наружных тормозных лопаток $K_{H1} = 0$ шт; $K_{H2} = 2$ шт; $K_{H3} = 4$ шт; $K_{H4} = 6$ шт; $K_{H5} = 8$ шт; количество тормозных лопаток внутри РНУ, $K_{B1} = 0$ шт; $K_{B2} = 2$ шт; $K_{B3} = 4$ шт; $K_{B4} = 6$ шт; $K_{B5} = 8$ шт. В соответствии с принятой целью и задачами исследования разработана конструкция лабораторной установки. Ситовая обечайка расположена в корпусе рабочей камеры, вертикальный вал с абразивными дисками вращается в двух подшипниковых опорах. Между абразивными дисками установлены распределительно-направляющие устройства (РНУ). Привод машины осуществляется в верхней части машины от электродвигателя через клиноременную передачу. Для воздушного сепарирования продуктов шелушения предусмотрена на выпускном патрубке аспирационная колонка а на нижнем конце вала вентилятор. Зерно, поступающее через приемный патрубок, распределяется по верхней воронке РНУ и через кольцевой зазор между валом и воронкой направляется на торцевую поверхность верхнего абразивного диска, где подвергается интенсивному истирающему воздействию. Тормозные лопатки, препятствуя совместному вращению зернового потока и абразивного диска, обеспечивают накопление перед собой объемов зерна. Это способствует созданию межзернового давления, интенсифицирует истирающее воздействие и увеличивает относительные скорости обрабатываемого зерна и абразивных рабочих поверхностей. Под действием центробежных сил объемы зерна перед тормозными лопатками свободно перемещаются в радиальном направлении, заполняют пространство между боковыми цилиндрическими поверхностями абразивных дисков и обечайкой. Перемещаясь далее вниз под действием силы тяжести, зерновая масса попадает на ниже расположенное РНУ и обрабатывается в следующей секции машины, образованной абразивным диском, ситовой обечайкой и РНУ.

Обработку экспериментальных данных производили методом Брандона [3]. Ранжирование влияния каждого фактора на поверхность отклика выполняли с помощью дисперсионного анализа результатов эксперимента. Сравнение значений систематической и случайной дисперсий позволяет исключить факторы, не существенно влияющие на изучаемый процесс и определить значимые. Дисперсии, привнесенные в экспериментальные данные каждым фактором, сравнивали между собой и с дисперсией ошибки. Было определено, что наибольшее влияние на потребляемую приводным электродвигателем мощность и количество отделяемых оболочек оказывает угловая скорость вращения ротора и производительность. Значительно меньше влияет на процесс шелушения-шлифования количество тормозных лопаток над абразивными дисками. Наличие тормозных лопаток расположенных внутри воронки РНУ на экспериментальные данные не влияет. Результаты дисперсионного анализа учитывали при проведении регрессионного анализа, устанавливая последовательность поиска аппроксимирующих функций. В результате получены функциональные зависимости параметров от факторов:

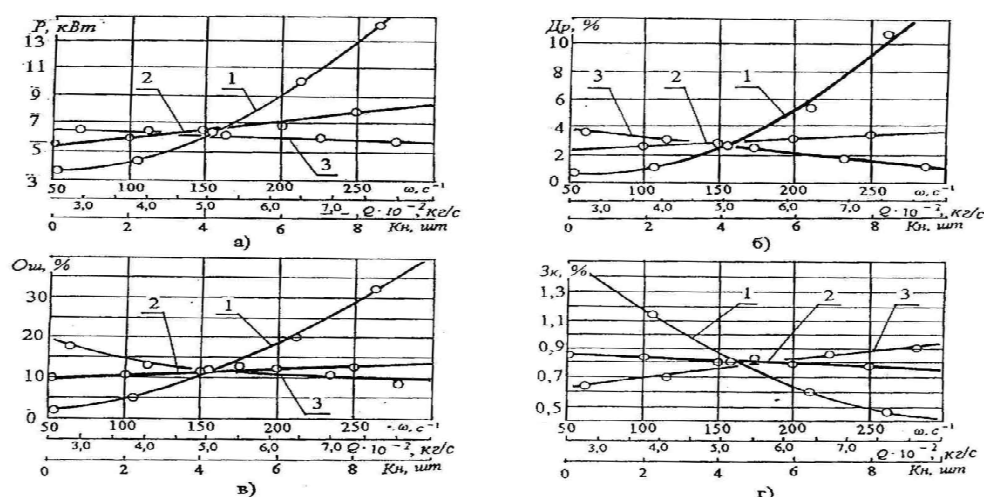
$$O_{ш}(\omega, Q, K_H) = 1,03 \cdot 10^{-4} \cdot \omega^2 \cdot Q^{-0,5} \cdot \exp(1,42 \cdot 10^{-2} \cdot K_H)$$

$$Z_{я}(\omega, Q, K_H) = 1,65 \exp(4,549Q - 6,015 \cdot 10^{-3} \omega - 1,019 \cdot 10^{-2} K_H).$$

$$D_p(\omega, Q, K_H) = 0,503 \exp(1,405 \cdot 10^{-2} \omega - 11,475Q + 8,623 \cdot 10^{-3} K_H).$$

$$P(\omega, Q, K_H) = 2013,6 \exp(7,26 \cdot 10^{-3} \omega - 1,57Q + 2,5 \cdot 10^{-2} K_H).$$

Соответствие полученных уравнений реальному процессу обработки зерна пшеницы в рабочей зоне шелушильно-шлифовальной машины, их адекватность оценивали по сопоставлению табличных и расчетных значений F – критерия Р. Фишера, определяемых в результате проведенного дисперсионного анализа. Экспериментальная проверка показала, что расхождение действительных значений основных параметров процесса обработки зерна и значений, предсказанных по полученным формулам не превышает 7,5 %.



а) – мощность потребляемая приводным электродвигателем; б) – прирост дробленых зерен; в) – образование отходов шелушения–шлифования; г) – зольность крупы
1 – угловой скорости; 2 – количества тормозных лопаток; 3 – производительности

Рис. 1 – Зависимости параметров процесса шелушения-шлифования пшеницы от факторов

Полученные уравнения позволяют рассчитывать выход и зольность пшеничной крупы, приращение дробленых зерен и количество отходов шелушения-шлифования, требуемую мощность привода машины в зависимости от режимов обработки и конструктивных параметров рабочей зоны. Применение этих уравнений позволяет производить оптимизацию и определять рациональные конструктивные параметры рабочей зоны и технологические режимы обработки зерна.

Выводы

В результате дисперсионного анализа установлено, что наиболее активным фактором влияющим на процесс шелушения-шлифования является скорость вращения абразивного ротора ω , вторым по активности является производительность Q и третьим – количество тормозных лопаток K_H . Влияние количества лопаток K_B , установленных на внутренней поверхности направляющей воронки, не оказывает существенного влияния на исследуемые параметры процесса.

В результате регрессионного анализа экспериментальных данных получены уравнения зависимости параметров процесса шелушения-шлифования от исследуемых факторов. Данные уравнения позволяют предсказывать выход и зольность пшеничной крупы, приращение дробленых зерен и количества отходов шелушения-шлифования, требуемую мощность привода машины в зависимости от режимов обработки и конструктивных параметров рабочей зоны. Использование этих уравнений позволяет устанавливать рациональные конструктивные параметры рабочей зоны и технологические режимы обработки зерна.

Литература

1. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А.Я. Соколов, В.Ф. Журавлёв, В.И. Душин и др.; Под ред. А.Я. Соколова. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1984.- 445 с.
2. Пат. 16612 Україна, МКИ ВО2 В 3/02 Луцильно-шліфувальна машина / Л.Г. Гросул, В.В. Трубов, М.В. Рибніков, С.В. Інютин, І.М. Шипко і Г.З. Чеботаряну (Україна); ОГАПТ. – №4836202; Опубл. 29.08.97; Бюл. № 4. – 4 с.
3. Грачёв Ю.П. Математические методы планирования эксперимента. – М.: Пищ. Пром-сть, 1979. – 200 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Гросул Л.И., д-р техн. наук, профессор, Шипко И.М., канд. техн. наук, доцент
Украинцев И.С., магистр

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты производственных испытаний обработки зерна крупяных культур в шелушильно-шлифовальной машине оснащенной распределительно-направляющим устройством.

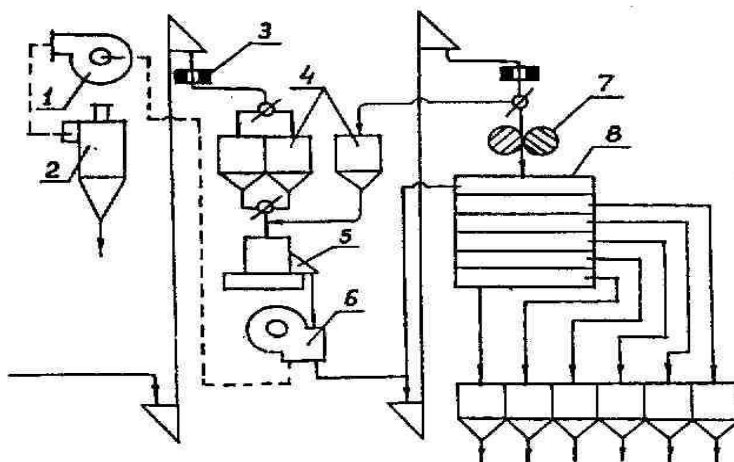
The results of production research of processing grain of groats in disk shelling-grinding machine with distributive-directive installation have been proposed.

Ключевые слова: шелушение, шлифование, шелушильно-шлифовальная машина.

Применяемые в настоящее время машины и оборудование для переработки зерна предназначены для использования на крупных высокопроизводительных заводах и не могут применяться на фермерских предприятиях в виду больших габаритов, массы, и низкой технологической эффективности [1]. Поэтому актуальной является разработка агрегатов работающих на новом оборудовании и технологии.

Для работы в составе крупорушального агрегата на кафедре ТОЗП разработана шелушильно-шлифовальная машина (ШШМ) оснащенная распределительно – направляющим устройством (РНУ) с целью увеличения эффективности обработки зерна в рабочей зоне. РНУ состоит из воронки, направляющей зерновой поток на торец абразивного диска и радиальных тормозных лопаток, закрепленных на внешней поверхности образующей воронки [2]. ШШМ оснащена с четырьмя абразивными дисками размером 250×76×35 мм, зернистостью № 80. Над каждым диском установлено РНУ.

Разработанная шелушильно-шлифовальная машина [2] в составе агрегатной крупорушки Ш24-БША установлена в линию производства крупы на Выгодянском хлебоприемном пункте (рис. 1). Очистка зерна от сорных примесей производится в рабочей башне зернового склада. Крупные засорители отбираются на ловушечном решете установленном в загрузочном бункере перед приемной норией. Зерно норией подается в один из оперативных бункеров установленных над машиной.



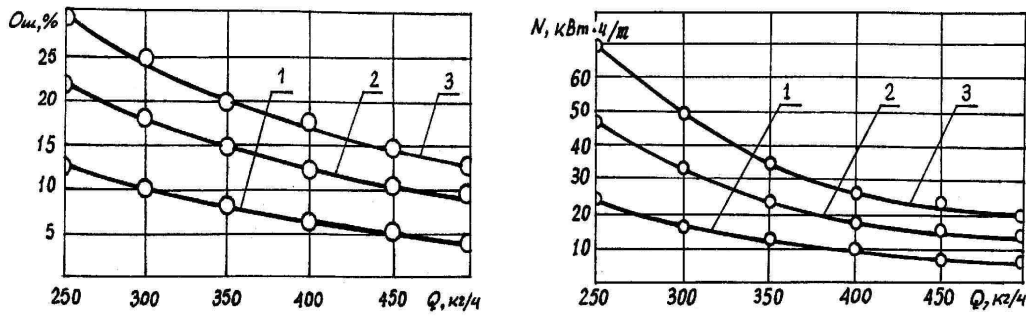
1 – вентилятор; 2 – циклон; 3 – магнитный сепаратор; 4 – оперативный бункер; 5 – шелушильно-шлифовальная машина; 6 – воздушный сепаратор; 7 – вальцевый станок; 8 – сепаратор-классификатор

Рис.1. – Схема включения опытного образца ШШМ в линию производства крупы из зерна пшеницы, ячменя и гороха

Металломагнитные примеси отбираются в магнитном сепараторе, установленном в поворотном лотке головки норией. После обработки в ШШМ крупа направляется в аспирационную колонку для отвеива-

ния лузги и мучки. Из аспирационной колонки крупа норией перегружается в параллельный оперативный бункер. Через перекидной клапан крупа может быть направлена на выбой, или снова в ШШМ для дополнительной обработки, либо в вальцовый станок на измельчение и последующее сортирование на сепараторе. В результате предварительных испытаний было установлено, что такая технологическая схема обеспечивает возможность производства крупы из пшеницы, ячменя, кукурузы и гороха и может быть рекомендована к использованию в малогабаритном агрегатном оборудовании.

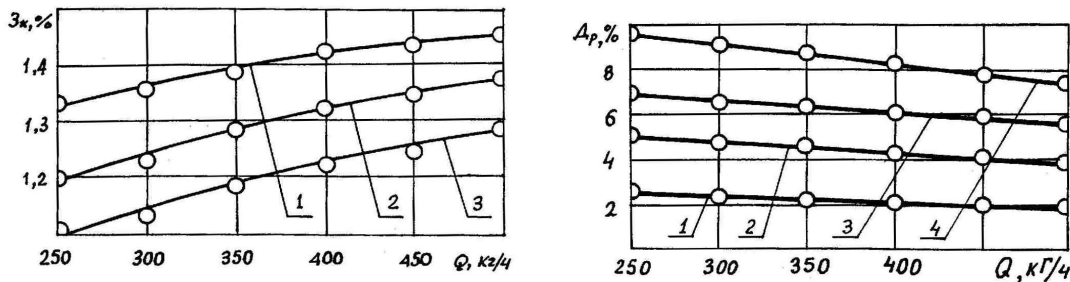
Полученные в результате испытаний значения, характеризующие технологическую эффективность и энергетические показатели работы машины при переработке пшеницы, представлены графически на рис. 2 и рис. 3 в виде зависимости выхода отходов шелушения $O_{ш}$, снижения зольности крупы Z_k , приращения дробленых зерен D_p , удельной энергоёмкости обработки зерна N от производительности машины.



1 – первый пропуск; 2 – второй пропуск; 3 – третий пропуск

Рис. 2. – Зависимость выхода отходов шелушения-шлифования $O_{ш}$ (мучки) и удельной энергоёмкости N от производительности Q при переработке пшеницы

Полное отделение плодовых оболочек и частично алейронового слоя зерна пшеницы достигается при трехкратной обработке в машине с производительностью 350 кг/ч. При этом выход крупы составляет 81,2 %, зольность уменьшается с 1,65 до 1,18 %, а приращение дробленых зерен не превышает 5,8 %. Удельные затраты энергии составляют 35,7 кВт·ч/т. Обобщенный критерий технологической эффективности E при таких режимах составляет 0,75 [3]. Наиболее легко отделяются оболочки с поверхности зерен гороха. Так для отделения оболочек с поверхности гороха достаточна трехкратная обработка в машине с производительностью 380 кг/ч. При таком технологическом режиме общий выход крупы составил 80,4 %. Выход целого гороха 43,8 %, колотого 36,6 %.



1 – первый пропуск; 2 – второй пропуск; 3 – третий пропуск

Рис. 3 – Зависимость зольности крупы Z_k и дробления D_p от производительности Q при переработке пшеницы

Удельные затраты энергии составляют 30,0 кВт·ч/т. Снижение интенсивности обработки с увеличением производительности машины объясняется уменьшением межзернового давления в рабочей зоне, на что косвенно указывает снижение мощности потребляемой приводным электродвигателем. С увеличением производительности интенсивность обработки продукта снижается, что характеризуется увеличением выхода крупы и ее зольности. Так же уменьшается образование отходов шелушения и снижается приращение дробленых зерен в машине. Уменьшение интенсивности обработки сопровождается снижением

удельной энергоёмкости процесса. Во всех опытах угловая скорость абразивных дисков составляла 19,5 м/с, рабочий зазор между торцевой поверхностью абразивного диска и тормозными лопатками – 10 мм, количество тормозных лопаток – 4, угол наклона образующей направляющей воронки к горизонту – 30°.

Для ячменя полное отделение цветковых пленок и частично семенных оболочек достигается в результате четырехкратной обработки в машине с производительностью 430 кг/ч. Необходимость в большем числе повторных обработок при переработке ячменя объясняется более прочной связью между оболочками и ядром, а также более высоким относительным содержанием оболочек по сравнению с пшеницей и горохом. Выход пенсака составил 67,0 %. Прирост дробленых зерен не превышает 8,3 %. Зольность уменьшается с 2,37 % до 1,13 %. Удельные затраты энергии выше чем при обработке гороха и пшеницы, и составляют 45,0 кВт·ч/т. Мощность потребляемая электродвигателем при обработке ячменя также выше чем при обработке пшеницы и гороха. Производственными испытаниями подтверждено снижение удельных затрат энергии на процесс шелушения-шлифования: при производстве пшеничной крупы на 7,5 %, при производстве ячневой крупы на 18,2 %, при производстве гороховой крупы на 23,1 %. Подтверждена целесообразность применения РНУ в конструкции рабочей зоны ШШМ.

Выводы. В результате испытаний опытного образца дисковой ШШМ оснащенной РНУ на Выгодянском ХПП получены следующие технические характеристики машины:

1. Обоснованы рабочие параметры ШШМ: угловая скорость абразивных дисков 19,5 м/с, рабочий зазор между торцевой поверхностью абразивного диска и тормозными лопатками 10 мм, количество тормозных лопаток 4, угол наклона образующей направляющей воронки к горизонту 30°.

2. Производительность машины по зерну пшеницы составила 350 кг/ч. При такой производительности полное отделение плодовых оболочек и частично алейронового слоя достигается в результате последовательной трехкратной обработки в машине. Общий выход пшеничной крупы составляет 81,2 %. Зольность зерна уменьшается с 1,65 % до 1,18 %. Прирост дробленых зерен не превышает 5,8 %. Обобщенный критерий технологической эффективности составляет 0,75. Удельные затраты энергии на процесс шелушения-шлифования составляют 35,7 кВт·ч/т по готовой крупе.

3. При переработке ячменя полное отделение цветковых пленок и частично семенных оболочек достигается при четырехкратной обработке в ШШМ с производительностью по зерну 430 кг/ч. Выход пенсака составляет 67 %. Прирост дробленых зерен не превышает 8,3 %, зольность уменьшается с 2,37 % до 1,28 %. Удельные затраты энергии составляют 45,0 кВт·ч/т.

4. Подтверждена возможность переработки гороха в крупу. Общий выход крупы составил 80,4 %, выход целого гороха 43,8 %, колотого 36,6 %. Производительность составляет 380 кг/ч по исходному зерну. Для производства крупы требуется трехкратная обработка в ШШМ. Удельные затраты энергии составляют 30,0 кВт·ч/т.

5. Производственными испытаниями подтверждена высокая технологическая эффективность машины. Установлено, что по сравнению с нормами регламентированными «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных заводах» достигнуто увеличение:

- общего выхода пшеничной крупы на 18,2 %;
- общего выхода гороховой крупы на 3,4 %;
- при переработке ячменя достигнут регламентированный выход ячневой крупы.

7. По результатам производственных испытаний машина рекомендована к применению на малых предприятиях по производству круп из пшеницы, гороха и ячменя. Результаты работы могут быть использованы при разработке оборудования для малых предприятий, а также при разработке высокопроизводительного оборудования.

Литература

1. Шипко І.М., Поляков В.Я., Гросул Л.Г. Малогабаритне устаткування для переробки зерна // Харчова і переробна промисловість. – 1992. – №8. – С.27.
2. Пат. 16612 Україна, МКИ ВО2 В 3/02 Луцильно-шлифувальна машина/ Л.Г. Гросул, В.В. Трубов, М.В. Рибніков, С.В. Інютин, І.М. Шипко і Г.З. Чеботаряну (Україна); ОГАПТ. – №4836202; Опубл. 29.08.97; Бюл. №4. – 4 с.
3. Шипко І.М. Технологічний критерій ефективності процесу лущення-шлифування // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, - 2001. – Вип. 21. – С.168.

РОЗРАХУНКОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИТОВОГО СЕПАРУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СХЕМ І ПАРАМЕТРІВ СИТ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Гросул Л.Г., д-р техн. наук, професор, Гапонюк О.І., д-р техн. наук, професор, Мосієнко Г.А., інженер, Гончарук Г.А., канд. техн. наук, доцент, Яцкова Т.Й., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведено аналіз графів ситових сепараторів, призначених для сепарування зернових сумішей. Установлено вплив властивостей продуктів обробки на ефективність сепарування, запропоновано аналітичні залежності і надано рекомендації для розрахункового визначення технологічних параметрів сит і схем їхнього використання.

Analysis of graphs Seth separators designed for separation of grain mixtures. Defined impact of product specifics on efficiency of separation, established analytical interdependence and provided recommendations for determining technological characteristics of Seth separators and their functioning.

Ключові слова: зерновий сепаратор, суміш, самосортування, сепарування.

Стан проблеми. Матеріальні потоки (рис. 1) зернопродуктів при сталих режимах просіювальних установок можна розглядати, використовуючи два показники:

абсолютний – сума інтенсивностей вхідних потоків (дуг орграфу $Q_{i,k}$) зернопродуктів (кг/с), що надходять від попередніх (вершини i орграфу) до даного (вершина k орграфу) функціонального елемента класифікатора, дорівнює сумі інтенсивностей вихідних потоків (дуг орграфу $Q_{k,j}$) від даного (вершина k орграфу) до наступних (вершини j орграфу) функціональних елементів

$$\sum_{i=1}^n Q_{i,k} = \sum_{j=1}^m Q_{k,j};$$

відносний – сума відношень інтенсивностей вхідних потоків (дуг орграфу $Q_{i,k}$) зернопродуктів, що надходять від попередніх (вершини i орграфу) до даного (вершина k орграфу) функціонального елемента просіювача, та загальної продуктивності останнього Q , дорівнює сумі відношень інтенсивностей вихідних потоків (дуг орграфу $Q_{k,j}$) від даного (вершина k орграфу) до наступних (вершини j орграфу) функціональних елементів та загальної продуктивності ситового сепаратора Q

$$\sum_{i=1}^n Q_{i,k} / Q = \sum_{j=1}^m Q_{k,j} / Q \quad \text{або} \quad \sum_{i=1}^n q_{i,k} = \sum_{j=1}^m q_{k,j}.$$

Якщо вхідні потоки зернопродуктів можна розглядати як один сумарний потік q_k із сталими характеристиками, то вихідні потоки залежать від призначення та ефективності роботи k -того функціонального елемента

$$q_k = q_{k,1} + q_{k,2} + \dots + q_{k,j} = q_k I_1 + q_k I_2 + \dots + q_k I_j,$$

де: I_1, I_2, \dots, I_j – частки (долі) відносної інтенсивності утворення потоків зернопродуктів у даному функціональному елементі (вершина k орграфу), що спрямовуються до наступних функціональних елементів (вершини $1, 2, \dots, j$ орграфу). При цьому

$$I_1 + I_2 + \dots + I_j = q_{k,1}/q_k + q_{k,2}/q_k + \dots + q_{k,j}/q_k = 1.$$

Сепаратор для класифікації зерна, відповідно до розробленої схеми компактного технологічного процесу, наприклад, сортування вологого свіжозібраного зерна перед його сушінням, можна розглядати як складову частину у вигляді графа (рис. 1, а) із паралельною компоновкою сит. Функціональним призначенням класифікатора є розподіл вхідного зерна на чотири [1] фракції (4 потоки зерна від класифікатора до сушильних пристроїв $j=2.1, 2.2, 2.3$ та 3.4). Для виконання такої операції класифікатор зерна необхідно оснастити трьома ($j-1$) ситами (три вершини графа $k=1.1, 1.2$, та 1,3), які допускають також послідовне (рис. 1, б) або комбіноване (рис. 1, в та з) компонування сит.

Кожне з наявних сит характеризується:

ефективністю відділення дрібної фракції (проходу) $E_n = (\delta - \delta_0) / \delta$,

де δ та δ_0 – частина продукту, що підлягає відділенню проходом та його невідділена частина у сході при сепарації сипкого матеріалу конкретним ситом;

розділювальною спроможністю, яка є відношенням теоретично можливого проходу δ до загальної

кількості продукту, що надходить на сито q_k ($P_{np}=\partial/q_k$) або відношенням теоретично можливого сходу $q_k-\partial$ до загальної кількості продукту ($P_{cx}=(q_k-\partial)/q_k$). При цьому $P_{np}+P_{cx}=1$.

Використовуючи будь який із приведених показників розділювальної спроможності (наприклад, $P_{np}=P$), маємо можливість для будь якого сита визначити величини практично очікуваного проходу – $q_{np}=q_k P E_n$ та сходу – $q_{cx}=q_k(1-P)+q_k P(1-E_n)$.

Розділювальна спроможність сита визначається робочим розміром його отворів, які залежно від геометричної форми (наприклад, круг або прямокутник) є обмеженням до умов проходу часток залежно від їхньої ширини чи товщини відповідно. Робочий розмір отворів сита є його технологічним параметром і за умов забезпечення необхідної розділювальної спроможності може бути визначеним на основі аналізу гранулометричного складу конкретної суміші продуктів, наприклад, призначеного для обробки зерна.

Природність походження зерна як сипкого матеріалу, що складається з окремих часток аналогічної форми та різних лінійних розмірів, які належать відомому інтервалу їх варіації, дає підставу зробити припущення про відповідність розподілу останніх функції Лапласа. Проведені дослідження геометрії зерна, яке не зазнавало попередньої обробки, підтвердили припущення про нормальний закон розподілу [2] кожного з його лінійних розмірів x (довжина – l ; ширина – b ; товщина – c), для яких відомі:

диференціальна функція розподілу

$$f(x) = e^{-(x-M)^2/2D} / \sqrt{2\pi D},$$

математичне сподівання

$$M = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x f(x) dx = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

та дисперсія

$$D = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x^2 f(x) dx = \sum_{i=1}^n (x_i - M)^2 / n,$$

де x_i – конкретне значення відповідного розміру i -того зерна в суміші з n часток;

x_{\min} та x_{\max} – найменше та найбільше значення розмірів зерна в одержаному інтервалі.

Якщо відомі математичне сподівання M безперервної випадкової величини x і її середнє квадратичне відхилення $\sigma = \sqrt{D}$, то можна записати конкретний вираз функції розподілу імовірностей. Так, наприклад, якщо середнє арифметичне ширини зерна гречки складає $b_{cp}=3,464$ мм при $\sigma=0,6$, то математичне сподівання діаметра круглого отвору для його просіювання [1] визначиться $M=b_{cp}/0,866=4$ мм, а диференціальна функція розподілу імовірностей набуває вигляду

$$f(x) = \exp[-(x-M)^2/2D] / \sqrt{2\pi D} = \exp[-(x-4)^2/0,72] / \sqrt{0,72\pi},$$

де: $D=\sigma^2=0,36$ – дисперсія лінійного розміру ширини зерна;

$0,866$ – коефіцієнт корекції робочого розміру зерна гречки.

Враховуючи, що обмежена кривою на графіку диференціальної функції розподілу розмірів зерна (рис. 2, а, б) площа дорівнює одиниці ($S=1$ і охоплює всі наявні частки), та вибираючи сито з необхідним робочим розміром $x_b=d$ або $x_c=v$ відповідної форми (круг або прямокутник) отворів, можна стверджувати так:

суміш зерна з розмірами часток $-\infty \leq x_i \leq d$ відповідає умовам проходження їх крізь отвори вибраного сита і при просіюванні може утворити його проход P_p . При цьому, відношення площі S_{np} на інтервалі $-\infty \leq x_i \leq d$ до загальної площі S під кривою розподілу розмірів визначає розділювальну спроможність такого сита за величиною проходу

$$P_{np}=S_{np}/S=S_{np};$$

суміш зерна з розмірами часток $d \leq x_i \leq +\infty$ не відповідає умовам проходження їх крізь отвори вибраного сита і при просіюванні може утворити його схід S_x . При цьому, відношення площі S_{cx} на інтервалі $d \leq x_i \leq +\infty$ до загальної площі S під кривою розподілу розмірів визначає розділювальну спроможність такого сита за величиною сходу

$$P_{cx}=S_{cx}/S=S_{cx}.$$

Для розв'язку практичних задач достатньо розглядати інтервал $M \pm 3\sigma$, де з імовірністю 0,997 знаходяться всі значення діаметрів отворів, що забезпечують умови просіювання, наприклад, зерна гречки як випадкової величини. Згідно з наявними даними величина цього інтервалу обмежена значеннями $x_{\min}=M-3\sigma=4-3*0,6=2,2$ мм та $x_{\max}=M+3\sigma=4+3*0,6=5,8$ мм.

Відповідно до процесу класифікації зерна гречки на фракції за розмірами часток за допомогою сит, фізичним змістом меж розглянутого інтервалу є:

$X_{min}=d_{min}$ – найменше значення робочого розміру отворів сита, крізь які не пройде жодне зерно даної сукупності; $X_{max}=d_{max}$ – найбільше значення робочого розміру отворів сита, крізь які пройдуть майже всі частки (99,7%) цієї сукупності. Таким чином, вибравши сито з діаметром отворів $d_{min} < d < d_{max}$, є можливість шляхом просіювання розділити сукупність усіх зерен на фракції у відношенні, визначеному відношенням площ під кривою розподілу імовірностей на інтервалах від d_{min} до d та від d до d_{max} , що відповідають площам S_{np} та S_{cx} , для яких

$$S_{np}=S_{np}/S=P_{np} \text{ та } S_{cx}=S_{cx}/S=P_{cx},$$

де $S=1$ – загальна площа під кривою на графіку розподілу імовірностей.

Відповідно до фізичного змісту

$$P_{cx}+P_{np}=(S_{cx}+S_{np})/S \approx \left\{ \int_{X_{min}}^d \exp[-(x-M)^2/0,72]dx + \int_d^{X_{max}} \exp[-(x-M)^2/0,72]dx \right\} / \sqrt{0,72\pi} = 1.$$

Загалом, імовірність того, що випадковий розмір (а відповідно і частка) належить відомому інтервалу (а відповідно і фракції) визначається [3] за виразом

$$P(x_{min} < x < d) = \Phi[(d-M)/\sigma] - \Phi[(x_{min}-M)/\sigma],$$

де $\Phi(x) = \int_0^x \exp(-x^2/2)dx / \sqrt{2\pi}$ – функція Лапласа, значення якої табульовані [4] для половинного інтервалу залежності.

Використовуючи наведену залежність відповідно до встановлених параметрів ($M=4$ мм, $\sigma=0,6$ мм, $X_{min}=2,2$ мм, $X_{max}=5,8$ мм), одержимо

$$P(x_{min} < x < d) = \Phi[(d-4)/0,6] - \Phi[(2,2-4)/0,6] = P_{np},$$

або

$$P(d < x < x_{max}) = \Phi[(5,8-4)/0,6] - \Phi[(d-4)/0,6] = P_{cx},$$

що дає можливість теоретичним шляхом розрахувати величину робочого розміру d отворів сита, необхідного для розділу суміші зерна гречки на фракції в заданому відношенні P_{cx} та P_{np} . Це дозволяє визначити технологічні параметри (наприклад, діаметри d_1 , d_2 та d_3 отворів круглої форми) сит класифікатора зерна гречки на чотири фракції перед сушінням.

Однак при практичній реалізації процесу просіювання частина d_0 від можливого проходу d потрапляє до сходу, збільшуючи його кількісний склад. Це явище враховується показником ефективності роботи сита E_n і дає можливість (наприклад, при $P=P_{np}$) для будь-якого сита визначити фактичні обсяги проходу – $q_{np}=q_k P E_n$ та сходу – $q_{cx}=q_k(1-P)+q_k P(1-E_n)=q_k(1-P E_n)$.

Постановка задачі. Відповідно до трьох сит класифікатора зерна, який забезпечує утворення чотирьох фракцій – потоків зерна до наступних сушильних пристроїв – їх можна одержати при різних варіантах схеми паралельного (рис. 2, а), послідовного (рис. 2, в) та змішаного розміщення сит (рис. 2, д та ж), що дозволяє реалізувати одну і ту ж операцію на основі різних принципів сепарування: “від крупного до дрібного”, “від дрібного до крупного”, та комбінованого. Вибір найбільш доцільного принципу сепарації є важливим завданням оптимізації технологічної операції класифікації зерна на чотири фракції з метою визначення оптимальної схеми розміщення сит та обґрунтування раціональної конструктивної компоновки їх при проектуванні класифікатора.

Основна частина. Для вирішення поставленої задачі розглянемо всі можливі схеми компоновки трьох сит у класифікаторі.

Аналіз тих, що надходять, і утворених (від крупного до дрібного) потоків (рис. 1, а та 2, а, б) зернопродуктів при паралельному розміщенні сит та відомих ефективностях просіювання E_n кожного з них (1.1–верхнім з діаметром отворів d_1 та ефективністю $E_{1,1}$, 1.2–середнім – d_2 та $E_{1,2}$ і 1.3–нижнім – d_3 та $E_{1,3}$), дозволяє встановити їхні кількісні характеристики – інтенсивності утворених потоків.

Схід верхнього сита визначається як передбачений значенням розділювальної спроможності P_1 головний потік $q_k P_1$ та сума потоків недосіву $(1-E_{1,1})$ наступних дрібних фракцій і має вигляд рівняння

$$q_{1.1-2.1} = q_k [P_1 + P_2(1-E_{1,1}) + P_3(1-E_{1,1}) + P_4(1-E_{1,1})];$$

Прохід верхнього сита визначається як різниця між кількістю зерна, що надходить до верхнього сита, та відводиться від нього сходом

$$q_{1.1-1.2} = q_k - q_{1.1-2.1} = q_k [(1-P_1) - P_2(1-E_{1,1}) - P_3(1-E_{1,1}) - P_4(1-E_{1,1})];$$

За аналогією з розглянутим є можливість установити:

схід середнього сита

$$q_{1.2-2.2} = q_k [(1-P_1) - P_2(1-E_{1,1}) - P_3(1-E_{1,1}) - P_4(1-E_{1,1})] P_2 + (P_3 + P_4)(1-E_{1,2});$$

прохід середнього сита

$$q_{1.2-1.3} = q_k [(1-P_1) - P_2(1-E_{1,1}) - P_3(1-E_{1,1}) - P_4(1-E_{1,1})] (1-P_2) - (P_3 + P_4)(1-E_{1,2});$$

схід нижнього сита

$$q_{1.3-2.3}=q_k\{[(1-P_1)-P_2(1-E_{1.1})-P_3(1-E_{1.1})-P_4(1-E_{1.1})](1-P_2)-(P_3+P_4)(1-E_{1.2})\}P_3+P_4(1-E_{1.3});$$

прохід нижнього сита

$$q_{1.3-2.4}=q_k\{[(1-P_1)-P_2(1-E_{1.1})-P_3(1-E_{1.1})-P_4(1-E_{1.1})](1-P_2)-(P_3+P_4)(1-E_{1.2})\}(1-P_3)-P_4(1-E_{1.3}).$$

Для розрахунків чотирьох невідомих розділювальних спроможностей достатньо розв'язати систему рівнянь, обмежену чотирма вихідними потоками трьох вершин графа компактного технологічного процесу, які відбивають операції класифікації вхідного зерна на фракції:

схід верхнього сита

$$q_{1.1-2.1}=q_k[P_1+(P_2+P_3+P_4)(1-E_{1.1})];$$

схід середнього сита

$$q_{1.2-2.2}=q_k\{[(1-P_1)-P_2(1-E_{1.1})-P_3(1-E_{1.1})-P_4(1-E_{1.1})]P_2+(P_3+P_4)(1-E_{1.2})\};$$

схід нижнього сита

$$q_{1.3-2.3}=q_k\{[(1-P_1)-(P_2+P_3+P_4)(1-E_{1.1})](1-P_2)-(P_3+P_4)(1-E_{1.2})\}P_3+P_4(1-E_{1.3});$$

прохід нижнього сита

$$q_{1.3-2.4}=q_k\{[(1-P_1)-(P_2+P_3+P_4)(1-E_{1.1})](1-P_2)-(P_3+P_4)(1-E_{1.2})\}(1-P_3)-P_4(1-E_{1.3}).$$

Одержана система складається з квадратних рівнянь і відрізняється значними труднощами при розв'язку. З метою спрощення процедури розв'язання використаємо припущення, що верхнє сито бездоганно забезпечує необхідну розділювальну спроможність P_1 . У такому випадку на середнє сито надходить $q_{1.1-1.2}=q_k(P_2E_{1.1}+P_3E_{1.1}E_{1.2}+P_4E_{1.1}E_{1.2})$ зерна, що дає змогу підрахувати схід середнього сита і, за аналогією, установити величини проходу та сходу нижнього сита. Таким чином, одержана система лінійних рівнянь має єдиний розв'язок і включає:

схід верхнього сита

$$q_{1.1-2.1}=q_k[P_1+P_2(1-E_{1.1})+P_3(1-E_{1.1})+P_4(1-E_{1.1})];$$

схід середнього сита

$$q_{1.2-2.2}=q_k[P_2E_{1.1}+P_3E_{1.1}(1-E_{1.2})+P_4E_{1.1}(1-E_{1.2})];$$

схід нижнього сита

$$q_{1.3-2.3}=q_k[P_3E_{1.1}E_{1.2}+P_4E_{1.1}E_{1.2}(1-E_{1.3})];$$

прохід нижнього сита

$$q_{1.3-2.4}=q_k[P_4E_{1.1}E_{1.2}E_{1.3}].$$

Після приведення подібних членів система набуває вигляду

$$q_{1.1-2.1}=q_k[P_1+(P_2+P_3+P_4)(1-E_{1.1})];$$

$$q_{1.2-2.2}=q_k\{[P_2+(P_3+P_4)(1-E_{1.2})]E_{1.1}\};$$

$$q_{1.3-2.3}=q_k\{[P_3+P_4(1-E_{1.3})]E_{1.1}E_{1.2}\};$$

$$q_{1.3-2.4}=q_k(P_4E_{1.1}E_{1.2}E_{1.3}).$$

Враховуючи необхідність уніфікації обладнання, в транспортно-технологічних комплексах часто виникає необхідність використовувати однотипні, паралельно працюючі пристрої (2.1, 2.2, 2.3 та 2.4) однакової продуктивності, що вимагає рівних інтенсивностей потоків продукту, які надходять до них

$$q_{0.1-1.1}=q_{1.1-2.1}+q_{1.2-2.2}+q_{1.3-2.3}+q_{1.3-2.4}=0,25q_k+0,25q_k+0,25q_k+0,25q_k=q_k.$$

На основі проведеного аналізу одержано систему рівнянь, яка подає математичну модель ситового сепаратора для класифікації зерна перед його сушінням і має вигляд системи чотирьох рівнянь із чотирма невідомими

$$P_1+P_2(1-E_{1.1})+P_3(1-E_{1.1})+P_4(1-E_{1.1})=0,25;$$

$$P_2E_{1.1}+P_3E_{1.1}(1-E_{1.2})+P_4E_{1.1}(1-E_{1.2})=0,25;$$

$$P_3E_{1.1}E_{1.2}+P_4E_{1.1}E_{1.2}(1-E_{1.3})=0,25;$$

$$P_4E_{1.1}E_{1.2}E_{1.3}=0,25.$$

Беручи до уваги ідентичні умови експлуатації та аналогічні кінематичні параметри усіх трьох сит розглянутого класифікатора зерна перед сушінням у схемі післяжнивної обробки зерна, можна прийняти рівні значення ефективності їхньої роботи, наприклад, $E_{1.1}=E_{1.2}=E_{1.3}=0,95$.

Розв'язання приведеної раніше системи рівнянь, як математичної моделі класифікатора, дає можливість одержати необхідні значення розділювальної спроможності кожного з його сит. Так, при використанні принципу компонування сит "від крупного до дрібного", маємо:

$$P_4=0,25/E_{1.1}E_{1.2}E_{1.3}=0,25/0,95^3=0,2916;$$

$$P_3=0,25/E_{1.1}E_{1.2}-P_4(1-E_{1.3})=0,25/0,95^2-0,2916 \times 0,05=0,2624;$$

$$P_2=0,25/E_{1.1}-(P_3+P_4)(1-E_{1.2})=0,25/0,95-0,554 \times 0,05=0,2355;$$

$$P_1=0,25-(P_2+P_3+P_4)(1-E_{1.1})=0,25-0,7895 \times 0,05=0,2105.$$

При цьому сума значень усіх розділювальних спроможностей дорівнює одиниці.

На основі значень необхідних розділювальних спроможностей ($P_1=0,2105$; $P_2=0,2355$; $P_3=0,2624$ та $P_4=0,2916$) сит, об'єднаних (рис. 1, а) за принципом "від крупного до дрібного", можна записати

$$P(d_1 < x < X_{max}) = \Phi[(X_{max}-M)/\sigma] - \Phi[(d_1-M)/\sigma] = P_1,$$

$$P(d_2 < x < d_1) = \Phi[(d_1 - M)/\sigma] - \Phi[(d_2 - M)/\sigma] = P_2,$$

$$P(d_3 < x < d_2) = \Phi[(d_2 - M)/\sigma] - \Phi[(d_3 - M)/\sigma] = P_3.$$

З метою перевірки, значення d_3 може бути розраховане за виразом

$$P(X_{min} < x < d_3) = \Phi[(d_3 - M)/\sigma] - \Phi[(X_{min} - M)/\sigma] = P_4.$$

Для розрахунку діаметра отворів d_1 верхнього сита підставимо значення $M=4$ мм, $\sigma=0,6$ мм, $X_{max}=5,8$ мм, та $P_1=0,2105$ мм в перше рівняння

$$\Phi[(5,8-4)/0,6] - \Phi[(d_1-4)/0,6] = 0,2105, \text{ або } \Phi(3) - \Phi[(d_1-4)/0,6] = 0,2105.$$

Із таблиці значень функції Лапласа знаходимо її величину для аргумента 3 і підставляємо в рівняння $0,49865 - \Phi[(d_1-4)/0,6] = 0,2105$, або $\Phi[(d_1-4)/0,6] = 0,28815$.

Далі, за значенням функції в тій же таблиці, вибираємо величину аргумента, якій воно відповідає $\Phi[(d_1-4)/0,6] = \Phi(0,8)$.

На підставі того, що рівні значення однакових функцій свідчать про рівність їх аргументів

$$(d_1-4)/0,6 = 0,8 \text{ або } d_1-4 = 0,48,$$

одержуємо змогу розрахувати величину діаметра отворів $d_1=4,48$ мм верхнього сита, необхідного для утворення першої крупної фракції зерна за допомогою класифікатора зерна гречки перед сушінням і забезпечення подачі четвертої частини його загального потоку до першого сушильного пристрою.

Наведена методика, шляхом послідовного розв'язання останніх трьох рівнянь, дає змогу визначити робочі розміри отворів (діаметри $d_1=4,48$ мм, $d_2=4,078$ мм, та $d_3=3,67$ мм) сит та використати їх для вибору стандартизованих значень цих величин.

Найбільш близькими до розрахункових значень є стандартні штамповані сита з отворами круглої форми діаметрами $d_1=4,5$ мм, $d_2=4,0$ мм, та $d_3=3,6$ мм.

Такі сита необхідно компонувати за принципом “від крупного до дрібного” і розміщувати в послідовності зверху до низу в розсійнику або сепараторі для класифікації зерна на чотири фракції перед сушінням. Обґрунтована таким чином схема (рис. 2, а) об'єднання сит у класифікаторі, при обсязі вхідного потоку $q_k=1$, забезпечить формування потоків зерна: $q_{0.1-1.1}=1$; $q_{1.1-2.1}=q_{1.2-2.2}=q_{1.3-2.3}=q_{1.3-2.4}=0,25$; $q_{1.1-1.2}=0,75$ та $q_{1.2-1.3}=0,5$.

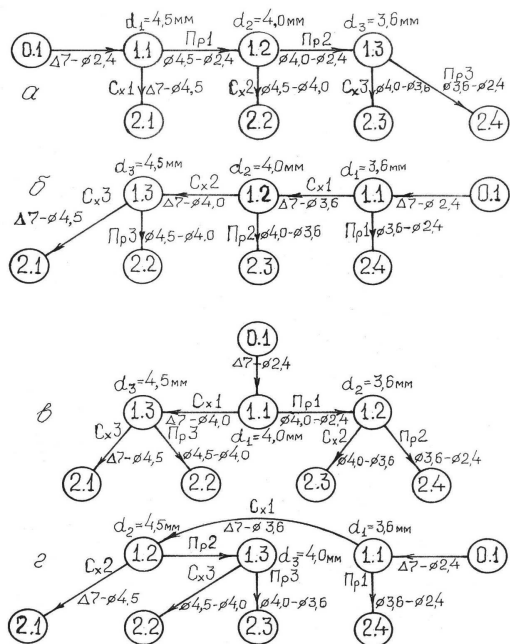


Рис. 1. – Графи класифікації свіжозібраного зерна гречки згідно вимог компактної технології його післязливної обробки

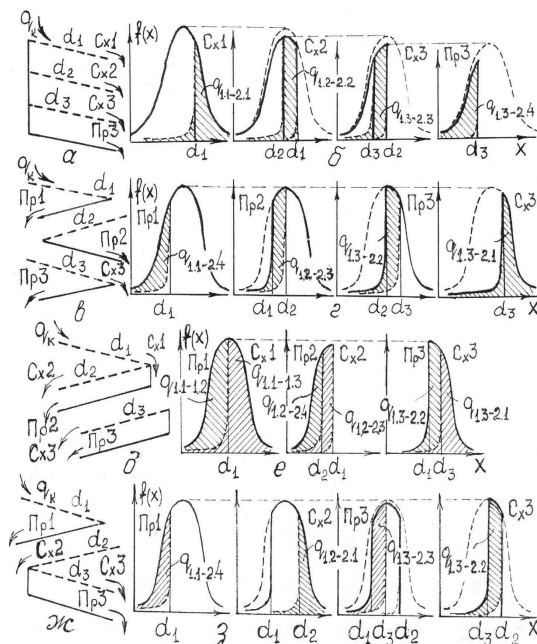


Рис. 2. – Схеми розміщення сит класифікатора зерна та криві імовірностей розподілу його розмірів по фракціям

За аналогічною методикою можуть бути розраховані параметри сит, розміщених за принципом “від дрібного до крупного” (рис 1, б і рис 2, в, з) та комбінованих схем (рис.1, в, з і 2, д, е, ж, з).

Одержані математичні моделі процесу класифікації зерна на ситовому сепараторі є основою для обґрунтування оптимального варіанту схеми розміщення сит у сепараторі для класифікації зерна за крупністю, вибору технічно раціонального компонування та розробки найбільш доцільних конструктивно-

функціональних рішень робочих органів ситового класифікатора транспортно-технологічного комплексу.

Загалом у ситових сепараторах енергія витрачається на зрівноваження інерційного навантаження ситового корпусу та подолання сил тертя між шарами продуктів та ситами. Ситові корпуси однакових за продуктивністю та кількістю сит сепараторів мають аналогічну будову і рівні маси. Внаслідок цього слід очікувати, що витрати енергії на зрівноваження інерційного навантаження в ідентичних сепараторів будуть однаковими. Витрати енергії на подолання сил тертя прямо пропорційні останнім і зростають при збільшенні кількості (маси) продуктів, які одночасно знаходяться на ситах і утворюють їхні сходи. І навпаки, зменшення кількості продуктів, які одночасно знаходяться на ситах (зростання кількості проходів), обумовлює зниження витрат енергії на привід сепаратора.

Таким чином, не підраховуючи конкретні величини необхідної на привід класифікатора енергії, можна стверджувати, що найменшими її витратами буде відзначатися схема об'єднання сит із найменшою загальною кількістю продуктів у сходах та найбільшою загальною кількістю продуктів у проходах (табл. 1).

Проведений аналіз призначення та роботи ситового класифікатора зерна для транспортно-технологічних комплексів дозволяє:

установити технологічні параметри сит, необхідні для задовільнення вимог до конструктивно-технічних рішень та уніфікації суміжного обладнання в комплексах.

обґрунтувати технологічно доцільне об'єднання і розміщення сит та перспективну компоновку ситового корпусу класифікатора з метою мінімізації витрат енергії на процес формування окремих фракцій зерна у вигляді окремих потоків його до наступних пристроїв.

Висновки. Розглянута методика аналізу роботи класифікатора зерна може бути використана для розробки математичної моделі ситових круповідділювачів і сепараторів іншого призначення з будь-якою кількістю сит. Використання таких сит забезпечить розподіл зернопродуктів, що надходять, на необхідні за кількістю та обсягами потоки. Крім цього, одержані дані за технологічними параметрами сит дозволяють установити характеристики крупності часток зернопродуктів у кожному потоці у вигляді інтервалу, обмеженого можливими найбільшим та найменшим розмірами часток. Такі дані необхідні також для подальших розрахунків сепарувальних машин для класифікаторів вологого свіжозібраного зерна та систем регулювання їхніх режимів.

Таблиця 1 – Розрахункові значення загальної кількості зерна в сходах та проходах класифікатора при різних компоновках сит

Процедура підрахунку	Числові значення	Сума
Від крупного до дрібного (рис 2, а)		
Загальні сходи = $q_{1.1-2.1}+q_{1.2-2.2}+q_{1.3-2.3}$	0,25+0,25+0,25	0,75
Загальні проходи = $q_{1.1-1.2}+q_{1.2-1.3}+q_{1.2-2.4}$	0,75+0,50+0,25	1,50
Від дрібного до крупного (рис 2, б)		
Загальні сходи = $q_{1.1-1.2}+q_{1.2-1.3}+q_{1.3-2.1}$	0,75+0,50+0,25	1,50
Загальні проходи = $q_{1.1-2.4}+q_{1.2-2.3}+q_{1.3-2.2}$	0,25+0,25+0,25	0,75
Комбінована схема (рис. 2, в)		
Загальні сходи = $q_{1.1-1.3}+q_{1.3-2.1}+q_{1.2-2.3}$	0,50+0,25+0,25	1,00
Загальні проходи = $q_{1.1-1.2}+q_{1.2-2.4}+q_{1.3-2.2}$	0,50+0,25+0,25	1,00
Комбінована схема (рис. 2, г)		
Загальні сходи = $q_{1.1-1.2}+q_{1.2-2.1}+q_{1.3-2.2}$	0,75+0,25+0,25	1,25
Загальні проходи = $q_{1.1-2.4}+q_{1.3-2.3}+q_{1.2-1.3}$	0,25+0,25+0,50	1,00

Результати досліджень були використані при створенні проектної документації на транспортно-технологічний комплекс для попереднього очищення та класифікації зерна.

Література

1. Гинзбург М. Сокращение производственного цикла на гречезаводах // Мукомолье и элеватор.-склад. хоз-во. – 1953. – №2. – С.15-18.
2. Гросул Л.И., Дударев И.Р., Котляр Л.И. Форма поверхности и объем зерновки пшеницы // Изв. ВУЗов. Пищ. технология. 1972. – №4. – С. 17-20.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1977. – 58 с.
4. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1970. – 432 с.

УДК 621.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОТРАНСПОРТЕРІВ

Брусенцова М.Ю. викладач, Арсиненко Н.О. ст. викладач
Львівський державний коледж харчової і переробної промисловості НУХТ, м. Львів

Проведено аналіз виникнення вібраційних машин і використання вібраційних процесів у харчовій промисловості. Розглядається вібраційне обладнання для транспортування продуктів.

It was analyzed appearance of vibration machines and usage of vibration processes in food industry. Vibrating equipment for transportation of products is examined.

Ключові слова: вібрація, транспортувальні машини, транспортер.

Вібраційні процеси людиною використовувалися з давніх-давен на підсвідомому рівні – при підсушуванні злаків, просіюванні борошна, розділенні сипких продуктів на фракції або їх ущільненні. Важка фізична праця спонукала людину механізувати ці процеси.

Одна з перших згадок про вібраційні машини міститься в журналі «The London Journal of Arts, Sciences and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions // Conducted by Mr. W. Newton. – London, 1849. – Vol. XXXIV» без конкретних посилань на авторів. За даними, отриманими з цього джерела, можна лише констатувати факт, що у той час уже діяли зразки перших вібраційних машин [1].

Перші вібраційні машини переважно містили рухомі з'єднання (ексцентриковий привод). З огляду на це, механізми приводу часто виходили з ладу, а отже, були недовговічними. У патенті американця Morley P. Reynolds № 123,109 (GB) «Improvements in Screening Devices», що заявлений у 1917 р. (опублікований у 1919 р.), усунені рухомі з'єднання в механізмах приводу віброобладнання. Автор винаходу удосконалює сепаратор, де вперше для технологічного обладнання (згідно з патентним пошуком Ланеца О.С.) застосовує електромагнітний вібробудник для надання коливального руху сити [1].

Серед зарубіжних фірм, що на сьогодні займаються тією чи іншою розробкою вібраційних машин з електромагнітним приводом, можна відзначити такі: «Roto-Finish», «Valter», «Lord Chemical», «Trowal», «Wibral», «Jeffrey Specialty Equipment Corporation», «Alan Ross Machinery», «B.E.S.T. Inc.», «V.T.R. Inc.», «JVI», «Ward Industrial Equipment Ltd», «Vibro Techniques», «OEPL», «Autofeed Corporation», «Carrier Vibrating Equipment, Inc.», «General Kinematics», «Vimes».

Розробляли методику розрахунку та експериментальні зразки міжрезонансних МКС представники Київської школи вібротехніки: Ю.Ф. Чубук, І.І. Назаренко, В.Б. Яковенко та ін. Розробки відповідних вібраційних машин стосувались обладнання для ущільнення бетоноsumішей у будівельній промисловості. Цінним є те, що низку робіт виконували за напрямом міжрезонансних вібраційних машин з електромагнітним приводом. У межах Львівської політехніки над створенням тримасових вібраційних машин були задіяні такі науковці та провідні інженери, як В.О. Повідайло, Р.І. Сілін, В.А.Щигель, В.Д. Уфимцев, О.В. Гаврильченко, Ю.П. Шоловій, А.Л. Беспалов [1].

У машинобудуванні та харчовій промисловості (мукомельному, макаронному, хлібопекарському, кондитерському, цукровому, крохмалє-патоковому та інших виробництвах) завдяки високим експлуатаційним властивостям широке застосування дістали вібраційні транспортні машини та установки: вібраційні бункерні живильники, сита, підйомники та транспортери. Ці установки здійснюють завантаження та розвантаження обладнання, міжопераційні переміщення, піднімання та опускання заготовок, а також транспортні операції, необхідні в процесі автоматизованого виготовлення харчових продуктів та пакування.

Для покращення продуктивності і зменшення фінансових затрат у машинобудівній і харчовій промисловості болгарська компанія «Elica-elevator» розробила і виробляє машини та установки для транспортування, обробки та зберігання зерна. Німецька компанія AVITEQ пропонує різноманітну вібраційну техніку для різних галузей промисловості, в тому числі, і для харчової промисловості. Компанія SCHENCK випускає надійні вібротранспортери (конвеєри), у ручному і автоматичному режимі, які мають низький рівень шуму і дозволяють транспортувати крихкі матеріали, не порушуючи їхньої цілісності за високої швидкості і зміні транспортного маршруту. Лідерами у цій галузі є Японія і Китай.

Актуальність вібраційних та транспортно-технологічних машин є у тому, що вони здійснюють у процесі транспортування і технологічну обробку переміщуваного вантажу (сушіння, класифікацію, гранулювання, зневоднювання і т.д.). До вібраційних транспортувальних машин відносяться вібраційні конвеєри, вібраційні живильники і грохоти, а також вібраційні підйомники і вібраційні бункери-дозатори.

Класифікацію електромагнітних вібропристроїв за принципом роботи зображено на рис. 1.

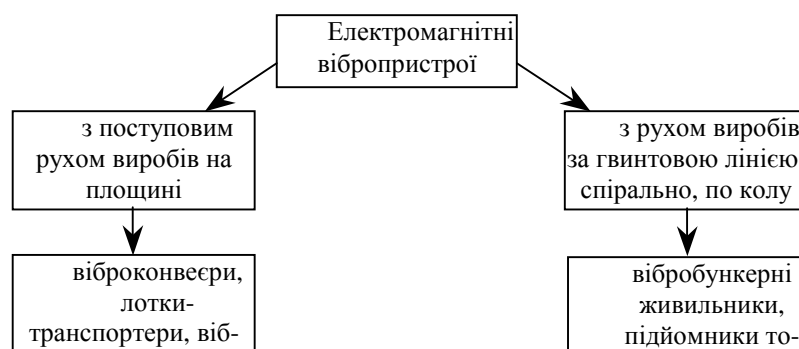


Рис. 1 – Класифікація електромагнітних вібраційних пристроїв

Найбільш широке застосування знаходять вібраційні транспортувальні машини, що працюють у режимі прямолінійних гармонійних коливань. Знаходять застосування також установки, що працюють у режимі прямолінійних бігармонічних коливань. У ряді конструкцій траєкторією вантажонесучого органа є еліпс. Конфігурація еліпса істотно залежить від кута зрушення фаз між складовими і може мінятися від прямолінійної до кругової. Розроблено вібраційні транспортувальні машини, що працюють у режимі напівхвильових гармонійних прямолінійних і еліптичних коливань.

При розгляді основних структурних схем вібраційних транспортувальних машин як характеристичні ознаки розглядають число ступенів вільності динамічної системи вібраційної машини, її привід і характеристику пружних зв'язків.

У зв'язку з тим, що особливості принципового пристрою вібраційних транспортувальних машин у значній мірі визначаються типом використовуваного в них приводу, структурні схеми розглядають стосовно до електромагнітних, пневматичних, відцентрових, ексцентрикових і гідравлічних приводів.

Як було вище зазначено, вібропристрої діляться на два типи: вібротранспортери і вібраційні бункерні живильники. Вперше вібраційний транспортер із незалежними вібраційними збудниками повздовжніх і нормальних коливань з регулюванням зсувом фаз між ними запропонований Якубовичем В.І. [4].

Роздільні пружні елементи системи повздовжніх і нормальних коливань виконані в вигляді плоских пружин, розміщених своєю площиною перпендикулярно збуджувальними електромагнітами коливаннями.

Ідентична конструкція пружних систем в англійців Редфорда А.Х. і Бутройда Дж. [2], однак дуже важливим недоліком вібротранспортера [3] є наявність паразитних крутильних коливань. Цей недолік усунений у конструкції Повідайло В.А. і Щигеля В.А. завдяки суміщенню центрів активної і реактивної мас [2]. Однак у ньому пружна система володіє “конструкційним гістерезисом” і поганою віброізоляцією конструкції.

Після впровадження в конструкції транспортерів гратчастих пружин вдалося домогтися таких переваг: висока жорсткість кріплення пружних елементів, усунення конструкційного гістерезису і феттінг-корозії, а також забезпечується необхідна для самостабілізації резонансна відстройка.

Електромагнітні вібраційні транспортувальні машини відповідно до числа приводів поділяють на однопривідні і багатoprивідні. Однопривідні машини бувають одномасні, двохмасні і трьохмасні; багатoprивідні – одномасні і багатомасні.

Однопривідний одномасний електровібраційний конвеєр коливною масою є тільки робочий орган. Недоліком вібраційних конвеєрів одномасної системи є їхня неврівноваженість, внаслідок чого вони передають динамічне навантаження на несучі конструкції. Сьогодні вони знаходять обмежене застосування.

Двохмасний електровібраційний конвеєр являє собою вільну динамічну систему. Перевага цього конвеєра в тому, що ця система є ізолювана від навколишнього середовища амортизуючими пружинами. Завдяки пружному зв'язку через ресору обидві маси можуть переміщуватись одна відносно одної і здійснювати коливання, які збуджуються й підтримуються механічними імпульсами електромагнітного вібратора. Зусилля від вібратора однаково передаються як одній, так і другій коливній масі, мають рівну величину та взаємопротилежні напрями. Тому при коливаннях мас центр інерції такої системи не може змінювати свого положення, тобто залишається нерухомим у просторі і вона не передає динамічних навантажень на опори.

Реверсивні вібраційні конвеєри бувають одномасні опорної конструкції, тримасні опорної конструкції і тримасні підвісної конструкції. Їхня перевага у тому, що для зміни руху не потрібні додаткові пристрої, а зміна напрямку транспортування такої системи досягається шляхом взаємної зміни фазування електромагнітних вібраторів: якщо боковий вібратор здійснює хід вправо, а нижній вібратор хід уверх,

вантаж буде переміщуватися вправо. Транспортування вліво буде здійснюватися в тому випадку, коли при ході нижнього вібратора вверх, боковий вібратор здійснює хід вліво.

Вібраційні лотки-транспортери з незалежно збуджувальними поздовжніми і нормальними коливаннями дозволяють дистанційно регулювати параметри режиму вібротранспортування, здійснювати реверсування руху, а при зсуві фаз між коливаннями одержувати еліптичні траєкторії. При еліптичних коливаннях реалізується ефективні безвідривні режими вібротранспортування з високим коефіцієнтом швидкості. Основним недоліком є висока чутливість їх нормальних коливань до зміни маси виробів, що транспортуються. При транспортуванні в безвідривних режимах маса виробів повністю приєднується до маси робочого органу при його нормальних коливаннях, суттєво впливаючи на резонансну настройку і амплітуду нормальних коливань. Цей недолік, незважаючи на ефективність еліптичних коливань, обмежував діапазон використання лотків порівняно дрібними виробами.

Перевагами лотків-транспортерів із безвідривним вібраційним транспортуванням є те, що їх використовують для транспортування сипких матеріалів, одношарові ряди яких при транспортуванні в режимах з підкидуванням схильні до здвоєння, а також у випадках, коли необхідно реверсування напрямку руху.

Лотки-транспортери з прямолінійними коливаннями є ефективним високопродуктивним транспортуванням, якщо процес здійснюється під час коливань із оптимальним для кожного випадку кутом підкидання і при транспортуванні орієнтованих виробів повинні задовольняти таким вимогам:

- сувора постійність вертикальних амплітуд;
- надійна віброізоляція конструкції вібротранспортера, яка усуває вплив цього на роботу технологічного обладнання.

Якщо лоток не буде задовольняти цим вимогам, то у ньому виникатимуть крутильні коливання і він не буде придатний для транспортування.

З усіх нами розглянутих приводів у машинобудуванні і харчовій промисловості найбільше розповсюдження дістали електромагнітні вібратори. За своєю принциповою будовою вони володіють найбільш досконалим видом приводу. Якщо в більшості приводів проходить перетворення обертового руху двигуна в зворотно-поступальний рух вібратора, то в електромагнітних необхідний реверсивний рух забезпечується безпосередньо без яких-небудь проміжних механізмів. Електромагнітні вібратори не мають поверхонь тертя, що забезпечує їхню довговічність, а також допускають зручне регулювання режиму роботи.

Більшість вібротранспортних пристроїв, що використовуються в промисловості, виконані з напрямленими коливаннями, коли робочий орган пристрою здійснює гармонійні коливання за прямолінійною траєкторією. Вони найбільш прості і надійні, але не є універсальними, оскільки налагоджені на визначений, оптимальний для певного класу виробів режим вібротранспортування. І не дозволяють дістати прийнятні режими роботи для різних виробів, тому їхнє використання обмежене для гнучких виробничих ліній.

Найбільш підходящими для організації робочого середовища є вібраційні транспортні пристрої з незалежним збудженням повздовжніх і нормальних коливань відносно несучої поверхні. Такі транспортери завдяки дистанційному незалежному регулюванню повздовжніх і нормальних амплітуд коливань і кутів зсуву фаз між ними дозволяють налагоджуватися на режими транспортування, оптимальні для найрізноманітніших виробів, які різняться габаритами, масою, фрикційними властивостями, а також здійснювати реверс транспортування, переміщення найрізноманітнішими траєкторіями на площині. Крім того, еліптичні траєкторії коливань робочого елемента дозволяють досягнути великих швидкостей транспортування і кутів підйому, порівняно з прямолінійними [3, 4], особливо в безвідривних режимах руху.

Для вібраційного транспортування продуктів із невеликими розмірами в поперечному перерізі, одношарові ряди яких при транспортуванні в режимах з підкиданням схильні до здвоєння, а також у випадках, коли необхідно реверсування напрямку руху, застосовуються лотки із бігармонійним і еліптичними коливаннями робочого органу.

У лотках, що реалізують бігармонійні повздовжні коливання, до робочого елемента плоскими пружинами приєднуються два реактивних елементи. Один віброзбудник має частоту 50 Гц, а другий віброзбудник – 100 Гц. Для віброізоляції системи застосовані роликіві опори.

Еліптичні коливання здійснюються у тримасній системі, яка складається із робочого органу і реактивних елементів, зв'язаних з пружними системами вертикальних і горизонтальних коливань, виконаних у вигляді плоских пружин.

У промисловості застосовують також вібротранспортери резонансної та зарезонансної дії.

Здвоєні врівноважені транспортери, що працюють у резонансному режимі, за рахунок енергії, значно економічніші порівняно з вібротранспортерами, що працюють у зарезонансному режимі. Крім того, наявність у здвоєних врівноважених системах нульових точок коливань, що використовуються як точки опори, виключає передачу шкідливих коливань на фундамент та обслуговуючий персонал.

У ході комбінування пружних елементів один з одним, а також з їх розташуванням на машині з метою підвищення надійності роботи, збільшення продуктивності тощо виникли нові види лотків-транспортерів із різними пружними системами.

Вібраційні конвеєри досить прості в здійсненні автоматизації роботи, тобто в регулюванні режиму транспортування (швидкість руху, інтенсивність підкидання матеріалу та інше) в відповідності до процесу сушіння або охолодження.

Таким чином, проаналізувавши основні структурні схеми вібраційних транспортувальних машин, можна зробити висновок, що сучасні технологічні процеси в харчовій промисловості та багатьох інших галузях вимагають обладнання з високою надійністю, тому актуальним є створення методики інженерних розрахунків і вибору оптимальних параметрів роботи вібраційного обладнання.

Література

1. Ланець О.С. Розвиток міжрезонансних машин з електромагнітним приводом // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2008. – Вип. 42.
2. Блехман И.И. Исследования процесса вибросепарации и вибротранспортировки // Инженерный сборник, 1952. – Т. 11.
3. Вибрации в технике: Справочник. Т. 2. / Под. ред. И.И. Блехмана, – М.: Машиностроение. – 1979. – 351 с.
4. Повідайло В. Вібраційні процеси та обладнання // Навч. посібник. – Львів: НУ«Львівська політехніка». – 2004.
5. Силян Р.И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении // Учебное пособие. – Хмельницький: ХНУ. – 2004. – 270 с.

УДК 664.61

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ПРЕСУВАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Яцук А.Л., асистент, Брильов Є.А., канд. техн. наук, доцент
Дніпродзержинський державний технічний університет

Розглянуто пресування макаронних виробів у пристроях з використанням матриць із пористими вкладишами. Досліджено режими безконтактного пресування.

Considered pressing pasta devices using the matrix with porous inserts. Investigated regimes of non-contact molding.

Ключові слова: безконтактне пресування, матриця, макаронні вироби, екструзія.

Вступ.

Виробництво макаронних виробів є одним із головних напрямків харчової промисловості України. Основні достоїнства макаронних виробів як продукту харчування:

- здатність до тривалого збереження (більше року) без зміни властивостей;
- швидкість і простота готування (тривалість варіння в залежності від асортименту становить від 3 до 20 хв);
- відносно висока харчова цінність: страва, приготовлена зі 100 г сухих виробів, на 10 – 15 % задовольняє добову потребу людини в білках і вуглеводах;
- висока засвоюваність основних живильних речовин макаронних виробів – білків і вуглеводів.

Для виготовлення макаронних виробів використовується устаткування як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Останнім часом з метою підвищення продуктивності праці та розширення асортименту продукції проводиться ряд заходів щодо модернізації чи заміни устаткування, розробки і впровадження перспективних технологій.

Процес виробництва макаронних виробів складається з таких основних операцій: підготовки сировини, готування тіста, пресування, оброблення сирих виробів, сушіння, охолодження висушених виробів, відбраковування й упакування готових виробів.

Мета пресування, яке називається екструзією, – ущільнити замішане тісто, перетворити його в однорідну зв'язану в'язкопластичну тістову масу, а потім надати їй визначеної форми. Тісто формують, про-

давлюючи його через отвори (фільтри), пророблені в металевій матриці. Форма отворів визначає форму сирих виробів (напівфабрикату), що відпресовуються. На сучасних макаронних підприємствах ущільнення макаронного тіста і формування з нього сирих виробів здійснюють на шнекових пресах.

Шнекові макаронні преси класифікують за числом корит тістомішалки (одно-, дво-, три- і чотирикоритні), за числом пристроїв, що пресують, чи шнеків, що пресують (одно-, дво- і чотиришнекові), за формою матриці (кругла чи прямокутна).

Характер руху тіста у формуючих каналах матриці обумовлений співвідношенням двох сил: сил зчеплення часток тіста між собою, тобто сил когезії, і сил зчеплення часток тіста з поверхнею формуючих каналів, тобто сил адгезії (прилипання).

Прилипання тіста до стінок формуючих отворів матриці – основна причина утворення шорсткуватої поверхні відформованих виробів; прилиплий прикордонний шар тіста залишається нерухомим, другий шар відривається від нього з утворенням надривів і тріщин, що додають поверхні виробів шорсткість.

Шорсткість поверхні макаронних виробів знижує їхній товарний вигляд, зменшує ступінь насиченості жовтого кольору виробів із крупки твердої пшениці, збільшує втрату сухих речовин у процесі варіння виробів, ступінь мутності варильної рідини внаслідок відриву задирок від виробів при варінні. Крім того, при в'язкій течії затрачується додаткова механічна енергія на подолання сил зчеплення часток тіста між собою, на відрив тіста від прилиплої до каналу матриці елементарного шару, а також сповільнюється швидкість випресовування, тобто знижується продуктивність преса. Тому зменшення прилипання тіста до поверхні формуючих каналів матриці дає значні технічні й економічні вигоди.

Найбільш радикальний спосіб зниження прилипання макаронного тіста до формуючих каналів матриць – виготовлення каналів з матеріалів, до яких тісто не прилипає. Таким матеріалом служить пластмаса тефлон (вітчизняний аналог – фторопласт-4). Через низьку міцність тефлону виготовляти матриці цілком з нього не можна, тому використовують різні варіанти установки тефлонових вставок у формуючі щілини металевих матриць.

Однак і матриці з тефлоновими вставками не позбавлені недоліків. Ці матриці мають невисоку зносостійкість, вимагають акуратного використання при експлуатації й очищенні, застосування ретельно просіяного борошна та ін. У випадку ушкодження тефлонової вставки або її випадання вся матриця виходить з ладу, а це досить дорогий виріб.

Маються розробки за рубежом, у яких високов'язкі маси, що транспортуються, у трубопроводі оточують кільцевою оболонкою з малов'язкої рідини, внаслідок чого знижується тертя.

У зв'язку з цим видається актуальним розробка конструкції макаронних пресів, у яких опір руху тіста в матрицях, що пресують, було б зведено до мінімуму, що дозволить підвищити ефективність їхньої роботи, а також продуктивність.

Постановка задачі

Метою цієї роботи є розв'язання задачі безконтактного формування макаронних виробів на основі розробки і дослідження принципово нового способу і пристроїв, що відповідають сучасним вимогам макаронного виробництва.

Відповідно до мети дослідження поставлені наступні завдання:

- розробити принципово новий безконтактний спосіб пресування макаронних виробів з використанням повітряного прошарку;
- з'ясувати перспективи застосування даного способу для різних макаронних виробів у залежності від технологічних особливостей виробництва;
- розробити конструкції формуючих матриць із пористими вкладишами, вибрати матеріал вкладишів, що задовольняє умови харчового виробництва, розрахувати оптимальні параметри матриць;
- розробити методику розрахунку параметрів повітряного прошарку, який забезпечує безконтактне пресування макаронних виробів;
- дослідити вплив режимів роботи на технологічні параметри процесу пресування;
- на підставі порівняльного аналізу технологічних параметрів безконтактного пресування й у звичайних матрицях видати рекомендації з вибору оптимальних режимів пресування;
- розробити конструкцію агрегата для пресування макаронних виробів принципово новим, безконтактним способом;
- видати рекомендації для промислового використання матеріалів дослідження і конструкторських розробок способу і пристрою для безконтактного пресування макаронних виробів.

Результати досліджень

Розроблено структурну схему математичного моделювання процесів, що протікають при пресуванні макаронного тіста через матриці з пористими вкладишами.

Уперше теоретично обґрунтовані й узагальнені різні режими спільного плинну гідродинамічного змащення і тістової композиції в каналі матриці, що пресує.

Отримано закони розподілу тиску і швидкостей робочого середовища в мастильному шарі.

Уперше вирішено спільну задачу плинну повітря в пористому середовищі і мастильному шарі, обґрунтовано вибір витратно-перепадних характеристик для підтримки необхідних параметрів безконтактного пресування.

Уперше розроблена методика розрахунку параметрів повітряного прошарку, який забезпечує безконтактне формування макаронних виробів. Отримані теоретично і досліджені експериментально залежності товщини повітряного прошарку від витрати повітря і тиску в камері, розподілу тиску в прошарку, вплив конструктивних параметрів на продуктивність макаронного преса.

З багатьох видів процесу формування харчових в'язкопластичних мас, що складаються з дисперсної структури, найбільш прогресивним вважається метод екструзії. Однак практика використання екструзії в хімічній та інших галузях не завжди підходить для обробки харчових мас, технологічні параметри яких під час обробки перемінних вимагають визначеного режиму процесу. У зв'язку з цим виникає необхідність принципово нового підходу до процесу екструзії деяких харчових мас, особливо з великим діапазоном зміни в'язкості під час їхньої переробки.

До цього часу практично не існує математично обґрунтованих методів проектування технологічного оснащення для екструзії високов'язких харчових мас із використанням гідродинамічного змащення, а відомі методики розрахунку базуються винятково на емпіричних дослідженнях і мають приватний характер.

Однак розробка перспективного устаткування такого роду припускає обов'язкову побудову математичної моделі гідродинамічних процесів, що протікають у профілюючих каналах у ході спільного плинну тістової маси і мастильного прошарку.

Розглянемо плинненьютонівської рідини по циліндричному каналу (рис. 1).

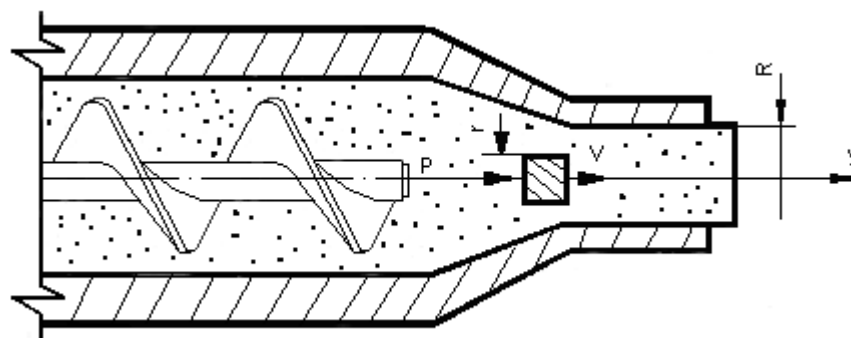


Рис. 1 – Плинненьютонівської рідини по циліндричному каналу

Рівняння руху при ламінарному й ізометричному режимах у циліндричних координатах має такий вигляд:

$$\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial r}(r\tau_y), \quad (1)$$

де τ_y – дотичне напруження.

Реологічне рівняння (криву плинну) ньютонівських рідин можна представити у вигляді:

$$\tau = \eta \left(\frac{\partial v_y}{\partial r} \right) = \eta \dot{\gamma}, \quad (2)$$

де η – коефіцієнт ефективної в'язкості;

•

$\dot{\gamma}$ – градієнт швидкості.

При цьому

$$\eta = \eta_0 \left| \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_0} \right|^{n-1}, \quad (3)$$

де $\eta_0, \dot{\gamma}_0$ – коефіцієнт в'язкості і швидкість зсуву при атмосферному тиску;

n – індекс плинності рідини.

Розв'язуючи рівняння (1), (2), (3), одержимо:

$$V_y = \left(\frac{r \dot{\gamma}_0^n}{n+1} \right) \left[\frac{r}{2\eta_0 \dot{\gamma}_0} \left(\frac{\partial P}{\partial y} \right) \right]^{\frac{1}{n}} + C_1. \quad (4)$$

Визначивши постійні інтегрування C_1 з умов $r = R_1$; $V_y = K_c \tau_{ry}$ і підставивши їх у рівняння (4), одержимо лінійну швидкість маси, що проходить екструзію, в наступному вигляді:

$$V_y = K_c \frac{R}{2} \left(\frac{\partial P}{\partial y} \right) + \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right] \left(\frac{\dot{\gamma}_0^n}{n+1} \right) \left[\frac{R}{2\eta_0 \dot{\gamma}_0} \left(\frac{\partial P}{\partial y} \right) \right]^{\frac{1}{n}} \quad (5)$$

Продуктивність визначається рівнянням (6):

$$Q = 2\pi \int_0^R V_y r dr. \quad (6)$$

Цей метод розрахунку продуктивності відбиває картину взаємодії робочих органів з масою, що переробляється, характер плинності маси і її структурно-механічні властивості, а також вплив геометричних і кінематичних параметрів. З погляду прикладної науки практичні задачі, які розв'язуються в області екструзії харчових мас, обмежуються математичною простотою описуваних реологічних рівнянь і робочим діапазоном кривих течії через формуючий канал екструдера. Однак у дійсності, навіть у процесі простої екструзії, крім деяких механічних деформацій, обумовлених дією прикладених сил, відбуваються деякі інші явища, що називаються «розбуханням струменя» і «огрубінням екструдата». Це пов'язано зі зростанням нормальних напружень при збільшенні перепаду тиску, що виникає під час плинності маси через формуючий канал. Розбухання маси під час виходу із формуючого каналу є наслідком кількох процесів. Величина його залежить від геометрії каналу, швидкості плинності і реологічних властивостей маси, яка формується.

Висновки

Розроблений спосіб безконтактного формування макаронних виробів дозволяє знизити практично до нуля тертя в матрицях макаронного преса, зменшити енергетичні витрати, поліпшити зовнішній вигляд виробів і знизити собівартість продукції.

На основі отриманих результатів, теоретичних і експериментальних досліджень розроблений інженерний розрахунок, при використанні якого спроектований макаронний прес з використанням матриць із пористими вкладишами.

Отримані рівняння можна використовувати для основних розрахунків екструзійного процесу шнекового екструдера.

Література

1. Брылёв Е.А., Яцук А.Л. Исследование режимов бесконтактного прессования макаронных изделий // Сборник научных трудов КГМТУ. – 2011. – Вып. 12, – С. 104 – 107.
2. Брылёв Е.А., Яцук А.Л. Течение тестовой композиции в профилирующем канале с гидродинамической смазкой// Сборник научных трудов КГМТУ. – 2010. – Вып. 11, – С 21 – 24.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ САУ ПРОЦЕССОМ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ

Егоров В.Б., аспирант, Хобин В.А., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматриваются варианты систем автоматического управления процессом экструдирования биополимеров, которые позволяют повысить энергетическую эффективность процесса и обеспечить высокое качество экструдата.

Variants of automatic control systems by process of biopolymers extrusion which allow to increase power efficiency of process and to provide high quality extruded article are considered.

Ключевые слова: экструдирование, биополимеры, эффективность, управление, функции, структуры, алгоритмы.

1. Постановка задачи. Сфера применения процессов экструдирования биополимеров (ЭБП), т.е. продуктов растительного и животного происхождения, в пищевой и комбикормовой отраслях промышленности интенсивно расширяется. Этому способствует уникальное сочетание различных факторов воздействия на перерабатываемый продукт: пластическая деформация, высокая температура, высокое давление и его резкий сброс до атмосферного, [1]. Важно, что и качество готовой продукции и энергетическая эффективность этого технологического процесса (ТП), в самой существенной степени будут зависеть от: а) выбранных режимов экструдирования; б) точности, с которой удается соблюдать эти режимы в производственных условиях; в) возможности предотвратить нарушения режимными (регламентированными) переменными установленными регламентом ограничений, некоторые из которых сопровождаются возникновением аварийных ситуаций, [2].

Существующие штатные системы автоматического управления процессом ЭБП, реализуют, в лучшем случае, только функции регулирования (стабилизации) тока нагрузки приводного электродвигателя (ПЭД) экструдера и температурного режима прессования сырья, см., например [3]. Практика эксплуатации САУ показывает, что они не могут обеспечить устойчивое функционирование экструдера в энергетически эффективных режимах и, одновременно, высокие показатели качества готового продукта. Главные причины этого – динамично изменяющиеся характеристики компонентов сырья, их состав в рецептуре производимых продуктов, износ рабочих органов, колебания напряжения питающей сети, наличие ограничений, накладываемых регламентом ведения процесса ЭБП на диапазоны изменения его параметров. Это обуславливает актуальность задачи совершенствования САУ ЭБП. Поэтому задача разработки САУ, обеспечивающих решение перечисленных задач, т.е. обеспечивающих эффективность ТП, актуальна, [4].

2. Особенности процесса экструдирования биополимеров как объекта управления Нетривиальность задачи разработки эффективной САУ определяют следующие свойства ТП ЭБП как объекта управления (ОУ), [5].

Неполнота информации о состоянии процесса и последствиях управляющих воздействий. Значения биохимических характеристик экструдата в ходе процесса фактически не контролируются. Лабораторные измерения этих характеристик, даже в случае применения экспресс-методов, вносят запаздывания, многократно превышающие время пребывания продукта в экструдере, что не позволяет использовать эту информацию для управления текущими режимами ЭБП. Кроме того, результаты таких измерений представляют собой решетчатую низкочастотную функцию времени. Ее значения из-за транспонирования относительно высокочастотных нефильтрованных факторов, «шумов измерения», в низкочастотную область, привносят погрешности, оценить которые невозможно.

Ограничение ресурсов на управление процессом. Потенциально, в качестве управляющих воздействий в САУ ТП ЭБП могут быть использованы следующие переменные: а) изменение подачи сырья из накопительного бункера в шнек экструдера; б) изменение сечения канала экструдирования; в) изменение мощности, подводимой к обогревателям (ТЭНам) прессующих зон экструдера. Сущность ограничений: 1) количество целенаправленных воздействий на регламентированные переменные, изменение которых доступно по ходу процесса, значительно меньше количества этих переменных; 2) диапазон изменения мощности ТЭНов, как правило, не превышает 10 – 15 % от установленной мощности ПЭД, которая также, за исключением потерь в окружающую среду, идет на нагрев экструдата; 3) охлаждение экструдата конструкцией экструдера не предусмотрено; 4) изменение подачи сырья на экструдирование и сечения

канала екструзионной головки, в значительной степени, имеют схожие последствия, и, главное, они влияют на все другие регламентированные переменные; 5) технические средства для автоматического изменения сечения канала экструзионной головки (исполнительный механизм и соответствующая механическая передача) в базовой конструкции экструдера не предусмотрены, хотя их установка возможна.

Высокий уровень неопределенностей свойств каналов управления экструдера как ОУ. Рецептура экструдированных продуктов, и, следовательно, состав их сырья, достаточно динамично изменяются из-за предъявления к продуктам все более высоких требований, в частности – повышения их питательной ценности, снижения себестоимости производства, расширения сырьевой базы, обогащения минералами и витаминами. При этом характеристики исходного продукта, даже в рамках одной рецептуры, всегда отличаются друг от друга (из-за особенностей предыдущих технологических операций с сырьем, почв в местах его произрастания, применяемых удобрений, выпавших осадков, условий хранения и т.д.) и, следовательно, в ходе процесса они могут существенно и непредсказуемо изменяться. Это приводит к тому, что найденные в лабораторных условиях регламенты ведения ТП ЭБП, т.е. набор заданных значений режимных переменных (регламентов), для производственных условий должны рассматриваться не как оптимальные, а только, причем – в лучшем случае, как квазиоптимальные. Такая неопределенность вызвана неизбежными различиями в характеристиках сырья, конструкции и состоянии рабочих органов экструдеров, которые использовались в лабораторных условиях, и которые будут использоваться в условиях производства. Кроме того, перечисленные изменения конкретных условий экструдирования, влияют и на динамические свойства каналов управления, а, значит, на качество реализации функций управления, в частности – на запасы устойчивости замкнутых контуров управления. Поскольку проследить и описать причинно-следственные связи между условиями экструдирования и динамическими свойствами невозможно, то изменения последних необходимо рассматривать как их неопределенность, причем весьма существенную.

3. Перспективная функциональная организация САУ процесса ЭБП. Перечисленные выше особенности ОУ процесса ЭБП, на этапе разработки его САУ, выступают в форме проблем, степень преодоления которых, в конечном итоге, и определит уровень эффективности САУ. При этом очевидно, что подход к разработке эффективной САУ должен быть адекватен этим проблемам, и, прежде всего, он должен быть системным. В нашем случае, в рамках системного подхода, конструктивно воспользоваться понятиями «функциональная организация системы» и «развитие системы в направлении повышения функциональной целостности», [6]. Обоснуем здесь такие направления развития функциональной организации для САУ ЭБП, которые позволят заложить основы ее эффективности.

Функция регулирования. Это традиционная для САУ ЭБП («старая») функция. Она реализует задачи стабилизации нагрузки ПЭД и температурного режима обработки сырья в экструдере. Высокий уровень неопределенности динамических свойства каналов управления требует повышения качества реализации этой функции. Оно должно идти в направлении существенного повышения динамической точности и расширения запаса устойчивости подсистем регулирования, и, прежде всего подсистемы регулирования тока нагрузки ПЭД. Это позволит вести ЭБП в режиме близком к режиму максимально допустимой нагрузки и, следовательно, максимальной производительности, когда удельные энергозатраты (при прочих равных условиях) будут минимальны. При этом важно подчеркнуть, что в силу весьма значимых для процесса ЭБП факторов, которые отражаются в \bar{f} , математические модели (ММ) каналов управления, полученные любыми методами, в том числе и экспериментальными, всегда будут отражать лишь частные случаи реальных свойств ОУ. При этом, с практической точки зрения, бессмысленно стремиться расширить набор моделей для конкретных наборов компонентов \bar{f} . Конструктивный выход из сложившейся ситуации – применение для реализации функции регулирования алгоритмов с повышенным запасом устойчивости, [7], в частности, включающих в себя пассивную или активную адаптацию (самонастройку) и поисковых алгоритмов оптимизации, не требующих для своей работы моделей эффективности.

Функция оптимизации. Это новая для САУ ЭБП функция. Ее назначение – реализация задачи поиска такого текущего режима работы, который будет оптимальным для конкретных (текущих) условий ведения ТП. Подчеркнем, что процесс поиска и изменения заданных значений регуляторам регламентированных переменных, должны вестись непосредственно в ходе эксплуатации экструдера, в общем случае – непрерывно. По сути, функция оптимизации текущего режима ЭБП должна позволить целенаправленно перераспределять ресурсы управления процессом для достижения максимального экономического эффекта. Очевидно, что такая оптимизация имеет смысл только при безусловном выполнении всех технологических и эксплуатационных требований к процессу и к биохимическим характеристикам экструдата.

Функция гарантирования. Это также новая для САУ ЭБП функция. Ее назначение – автоматическая коррекция текущих режимов для конкретных (текущих) условий ведения ТП ЭБП, при которых значения вероятностей нарушений ограничений на переменные, сущность которых была описана выше, не превышали бы их предельно допустимых, наперед заданных, значений, [8]. Оценивание текущих значений

этих вероятностей должно вестись непрерывно, на скользящих интервалах времени, а коррекция – непрерывно, в реальном времени. Важно, что в условиях, когда количество регламентированных переменных процесса ЭБП весьма существенно превышает количество доступных для реализации управляющих воздействий, стабилизировать процесс по всем регламентированным переменным, на основе классических подходов, невозможно. Целесообразное решение этой проблемы возможно в рамках функции гарантирования. Она может позволить управлять процессом, обеспечивая выполнение всех установленных технологическим регламентом ограничений на значения переменных. Одновременно, функция гарантирования позволит обеспечить взаимосвязь различных функций системы управления процессом для повышения эффективности управления процессом.

Функция измерения косвенных показателей качества экструдата в реальном времени. Это также новая для САУ ЭБП функция, [9]. Ее реализация позволит усилить положительный эффект от реализации предыдущих функций, и прежде всего, функции гарантирования. Для метрологической обоснованности этих измерений необходимо реализовать специальный контур управления точностью измерений, который будет замкнут через лабораторию оценки качества экструдата.

Следует подчеркнуть, что действие всех перечисленных функций, которые должны реализовать САУ процессом ЭБП, самым существенным образом взаимосвязано. При этом эффективность функционирования каждой из них во многом влияет на эффективность других и наоборот. Поэтому разработка эффективной САУ процессом ЭБП представляет собой целостную и достаточно наукоемкую задачу, а появление САУ с такими функциями и будет означать повышение функциональной целостности системы управления.

4. Альтернативные варианты структурных схем САУ, реализующих выбранную функциональную организацию, и основные алгоритмы реализации функций. Функциональная организация САУ, рассмотренная выше, определяет только наиболее общие требования к разрабатываемой системе. Эта общность обуславливает значительную свободу в конкретной реализации функций. Безусловно, что количество вариантов реализации, которые можно отнести к группе конкурентоспособных, велико и вряд ли может быть окончательно определено. Важно рассмотреть не просто конкурентоспособные, а альтернативные варианты, которые имеют разные достоинства и недостатки и поэтому могут быть актуальны для конкретных экструдеров с их особенностями.

Следующим, после функциональной организации, уровнем конкретизации САУ, является ее структурная организация. Она через структурные схемы отражает конкретную форму реализации функций. Рассмотрим здесь три альтернативных варианта структурных схем САУ процессом ЭБП (см. рис. 1 – 3), которые конкретизируют принятую функциональную организацию. Их принципиальные особенности сводятся к трем различным режимам использования управляющего воздействия u_3 – изменения рабочего сечения канала движения материала в экструзионной головке. При этом, режим использования u_3 существенно влияет на характер алгоритмов управления по другим каналам, которые мы также рассмотрим. Отметим, что общая топология всех структурных схем САУ, отражающая взаимодействие функций управления (регулирования, оптимизации и гарантирования), каскадная, т.е. иерархически подчиненная.

На структурных схемах САУ в ОУ, [5], выделены следующие переменные:

Q_m – массовая производительность экструдера;

$P_{пэд}$, $I_{пэд}$, $\theta_{пэд}$ – электрическая мощность и ток нагрузки, потребляемые ПЭД шнека, температура обмоток ПЭД;

θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_r – температуры внутреннего цилиндра экструдера по трем зонам и его экструзионной головки;

D_3 , C_3 , α_3 – диаметр, цветность и степень неоднородности поверхности продукта на выходе из экструзионной головки (переменные, являющиеся косвенными показателями качества экструдированного продукта и доступные для измерения в реальном времени, [9]);

\vec{f} – вектор, отражающий влияние изменения биохимических и физических характеристик экструдированного сырья, характеристик рабочих органов, электропитания ПЭД и ТЭНов, других факторов, на указанные выше переменные и на свойства операторов их преобразования, т.е. возмущающие воздействия (в общем случае – неизмеряемые, информация о которых недоступна для измерения, и ее невозможно использовать в алгоритме управления);

управляющие воздействия, т.е. переменные, доступные для целенаправленного изменения хода процесса ЭБП, в частности, для компенсации последствий возмущающих воздействий: u_n – изменение питателем подачи сырья из накопительного бункера в шнек экструдера; u_3 – изменение рабочего сечения канала движения материала в экструзионной головке; u_{n1} , u_{n2} , u_{n3} – изменение мощности, подводимой к ТЭНам зон экструдера.

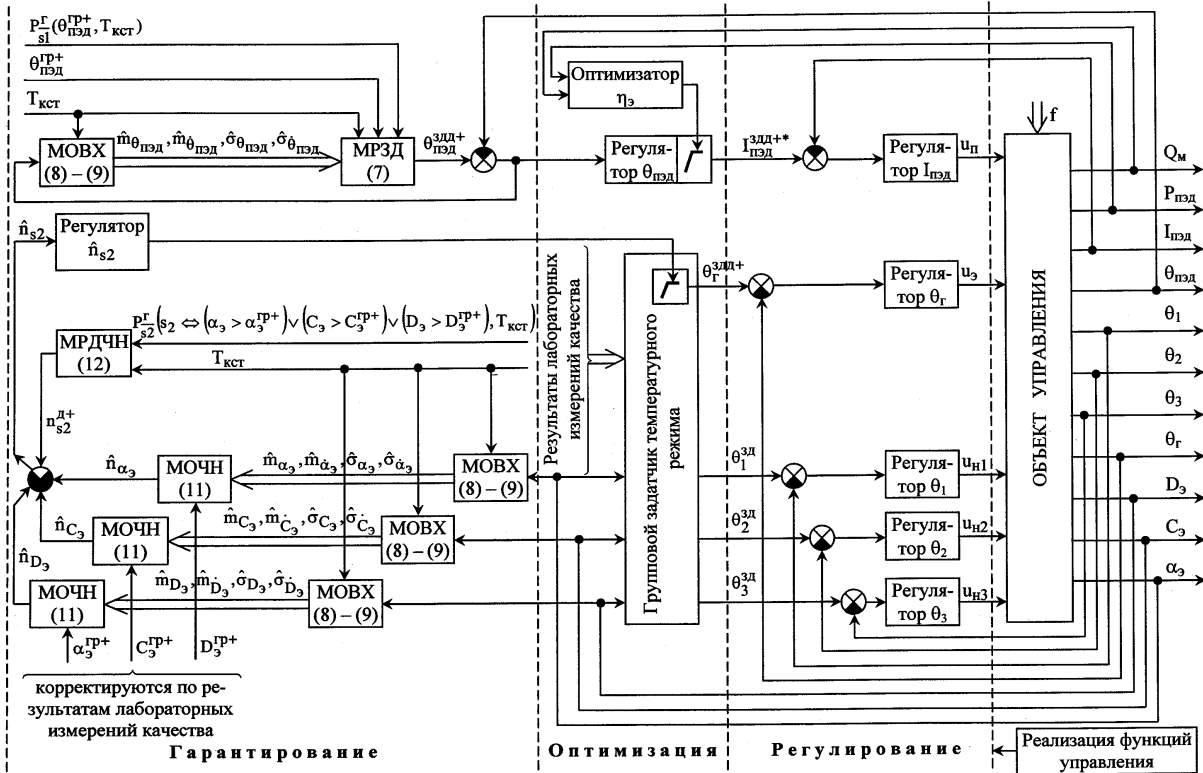


Рис. 1 – Структурная схема САУ процессом ЭБП для случая, когда использование u , доступно в режиме непрерывного изменения

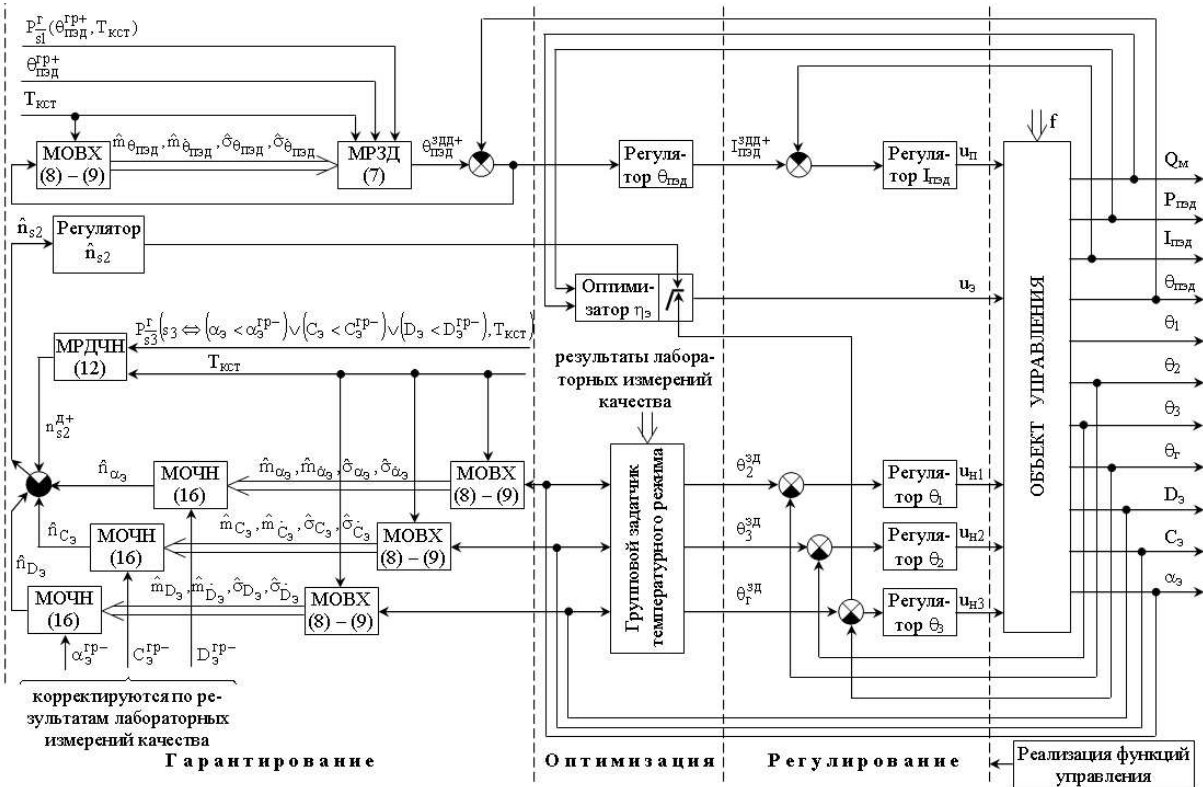


Рис. 2 – Структурная схема САУ процессом ЭБП для случая, когда использование u , доступно в режиме периодического изменения, в частности, «вручную»

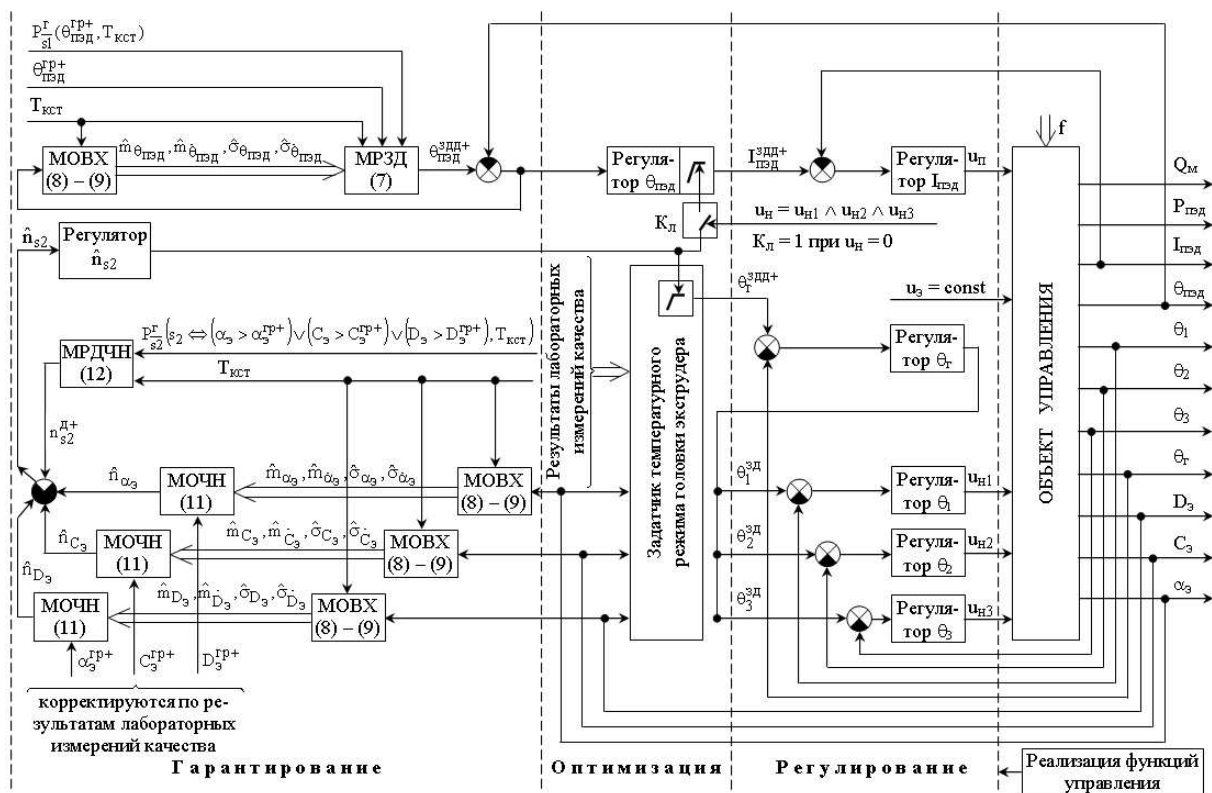


Рис. 3 – Структурная схема САУ процессом ЭБП для случая, когда использование u , доступно только в режиме настройки пресса-экструдера на работу с заданным видом сырья («вручную»)

4.1. САУ, структурная схема которой представлена на рис. 1. Максимально и в полной мере использует все (из потенциально доступных для применения) управляющие воздействия. Подчеркнем, что эта схема предполагает использование u , в режиме непрерывного изменения. Отметим еще раз, что это возможно, когда экструдер укомплектован соответствующим исполнительным механизмом и механической передачей на головку экструдера.

Реализация функции регулирования ведется на основе замкнутого принципа управления соответствующими регуляторами. При этом управляющие воздействия формируются на основе ошибок регулирования, в соответствии с выбранными для регуляторов алгоритмами регулирования:

$$u_n(t) = W_{I_{y\bar{a}}}^P(\Delta I, t) (I_{y\bar{a}}^{c\bar{a}\bar{a}+*}(t) - I(t)), \quad (1)$$

$$u_{\theta_i}(t) = W_{\theta_i}^P(\Delta \theta_i, t) (\theta_i^{c\bar{a}}(t) - \theta_i(t)), \quad i = 1, 3, \quad (2)$$

$$u_{\alpha}(t) = W_{\theta_{\bar{a}}}^P(\Delta \theta_{\bar{a}}, t) (\theta_{\bar{a}}^{c\bar{a}\bar{a}+*}(t) - \theta_{\bar{a}}(t)), \quad (3)$$

где $W_{I_{y\bar{a}}}^P(\Delta I, t)$, $W_{\theta_i}^P(\Delta \theta_i, t)$, $W_{\theta_{\bar{a}}}^P(\Delta \theta_{\bar{a}}, t)$ – алгоритмы функционирования регуляторов (для случая линейных алгоритмов – это передаточные функции) тока, температур по зонам прессования, температуры экструдированной головки;

$I_{y\bar{a}}^{c\bar{a}\bar{a}+*}(t)$ – заданное значение для $I_{ПЭД}(t)$, сформированное с учетом гарантирования соблюдения теплового режима ПЭД и оптимизации процесса по критерию удельных энергозатрат η_s ;

$\theta_i^{c\bar{a}}(t)$ – заданные значения для $Q_i(t)$, сформированные из условий обеспечения необходимого качества экструдата;

$\theta_{\bar{a}}^{c\bar{a}\bar{a}+*}(t)$ – заданное значение для $\theta_r(t)$, сформированное с учетом гарантирования соблюдения ограничений «сверху» на D_3 , C_3 , α_3 , максимальная близость к которым соответствует оптимальному качеству экструдата.

Функции оптимизации должны обеспечить достижение двух условных оптимумов: по энергоэффективности процесса (минимума удельных энергозатрат); по качеству экструдата. Величина удельных

энергозатрат рассчитывается по усредненным на скользящих интервалах времени $\tau_{\text{оср}}$ электрической мощности, затрачиваемой на ведение процесса, и массовому расходу экструдата:

$$\eta_{\text{э}}(t) = \frac{\int_t^{t+\tau_{\text{оср}}} P_{\text{iyä}}(t) dt}{\int_t^{t+\tau_{\text{оср}}} Q_1(t) dt} \quad (4)$$

Относительно выражения (4) отметим следующее. Первое. Время усреднения $\tau_{\text{оср}}$ должно быть выбрано таким, чтобы в спектре усредненных мощности и производительности были бы подавлены высокочастотные составляющие, вызванные переходными процессами в контуре стабилизации тока. Второе. Если бы оптимальные значения $\eta_{\text{э}}^*$ необходимо было сравнивать для различных видов сырья, то для этого потребовало бы достаточно точных измерений $P_{\text{пэд}}(t)$ и $Q_{\text{м}}(t)$. Такие измерения для $Q_{\text{м}}(t)$ достаточно сложны. Но, поскольку задача оптимизации $\eta_{\text{э}}(t)$ должна решаться как задача текущей оптимизации, т.е. в рамках конкретного вида сырья, то значение $Q_{\text{м}}$ может быть взято достаточно приближенным, например, вычисленным по значению $u_{\text{п}}$ и модели питателя.

Формально задачу оптимизации энергоэффективности можно представить в виде:

$$I_{\text{iyä}}^{\text{cää}+*} = \operatorname{argmin} \left\{ \eta_{\text{э}}(I_{\text{iyä}}^{\text{cää}+}, t) \right\}, \quad (5)$$

при $\theta_{\text{iyä}}^{\text{cää}+} = \arg \left\{ \hat{P}_{s_1}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{cä}}), T) = P_{s_1}^{\text{ä}} \right\}$,

где S_1 – событие, означающее факт перегрева ПЭД экструдера и срабатывание его тепловой защиты;

$\hat{P}_{s_1}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{cä}}), T)$ – значение вероятности отсутствия перегрева ПЭД оцениваемое в ходе процесса

ЭБП на скользящем интервале времени T , т.е. отсутствие события $S_1 \Leftrightarrow \theta_{\text{пэд}} > \theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}$ на T ;

$P_{s_1}^{\text{ä}} \equiv P_{s_1}^{\text{ä}}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}, T)$ – заданное (гарантированное) значение вероятности отсутствия события S_1 на T .

Задача оптимизации качества при этой структуре САУ решается с помощью лабораторных измерений показателей качества, на основании которых персонал лаборатории периодически задает режим нагрева экструдата в ходе его прессования, т.е. значений $\theta_i^{\text{cä}}$, $i = \overline{1; 3}$, и предельно-допустимые значения $\alpha_{\text{y}}^{\text{äö}+}$, $\tilde{N}_{\text{y}}^{\text{äö}+}$, $D_{\text{y}}^{\text{äö}+}$. В ходе процесса показатели качества стабилизируются на оптимальном уровне изменением заданного предельно допустимого значения температуры головки экструдера $\theta_{\text{ä}}^{\text{cää}+}$. Это значение определяется специальным регулятором интенсивности возникновения события S_2 , связанного с нарушением границ хотя бы одного из измеряемых в реальном времени показателей качества, т.е.:

$$S_2 \Leftrightarrow (\alpha_{\text{y}} > \alpha_{\text{y}}^{\text{äö}+}) \vee (C_{\text{y}} > C_{\text{y}}^{\text{äö}+}) \vee (D_{\text{y}} > D_{\text{y}}^{\text{äö}+}), \quad (6)$$

управляющее воздействие которого и задает предельно допустимое значение $\theta_{\text{ä}}^{\text{cää}+}$.

Реализация функции гарантирования для предотвращения событий S_1 и S_2 осуществляется на основе двух различных принципов.

Для предотвращения события S_1 предельно допустимое значение регулятору температуры ПЭД $\theta_{\text{iyä}}^{\text{cää}+}$ рассчитывается непосредственно по модели нарушения регламента, точнее решением обратной задачи модели. Этот расчет ведется модулем МРЗД (модулем расчета задания допустимого) на основании информации, получаемой с МОВХ (модуля оценки вероятностных характеристик). Они реализуют следующие алгоритмы расчета:

$$\theta_{\text{iyä}}^{\text{cää}+}(t) = \theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+} - \hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}(t) \sqrt{2 \ln \left| \frac{T \hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)}{2\pi \hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}(t) \ln P_{s_1}^{\text{ä}}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}, T)} \left\{ \exp \left(-\frac{\hat{m}_{\theta_{\text{iyä}}}^2(t)}{2 \hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}^2(t)} \right) - \frac{\sqrt{2\pi} \hat{m}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)}{\hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)} \hat{O} \left(\frac{\hat{m}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)}{\hat{\sigma}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)} \right) \right\} \right|}, \quad (7)$$

где $P_{s_1}^{\text{ä}}(\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}, T)$ – наперед заданные (гарантируемые) значения вероятностей отсутствия нарушений

ограничений $\theta_{\text{iyä}}^{\text{äö}+}$ на интервале времени T ;

$\hat{m}_{\theta_{\text{iyä}}}(t)$, $\hat{m}'_{\theta_{\text{iyä}}}(t)$ – оценки изменяющегося математического ожидания и его первой производной,

вычисляемые на скользящем интервале времени $T_{\text{м}} \ll T_{\text{кст}}$ ($T_{\text{кст}}$ – интервал квазистационарности – минимальный интервал T , для которого еще выполняется гипотеза о квазистационарности $\theta(t)$ на этом интервале времени):

$$\hat{m}_{\theta_{iy\ddot{a}}} (t) = \frac{1}{T_m} \int_t^{t+T_m} \theta_{iy\ddot{a}} (t) dt, \quad \hat{m}_{\dot{\theta}_{iy\ddot{a}}} (t) = \frac{1}{T_m} \int_t^{t+T_m} \dot{\theta}_{iy\ddot{a}} (t) dt. \quad (8)$$

$\hat{\sigma}_{\theta_{iy\ddot{a}}}$, $\hat{\sigma}_{\dot{\theta}_{iy\ddot{a}}}$ – оценки среднеквадратических отклонений, вычисляемые на скользящих интервалах времени $T_{кр} \leq T$;

$$\hat{\sigma}_{\theta_{iy\ddot{a}}} = \frac{1}{T_{\text{эсб}}} \int_t^{t+T_{\text{эсб}}} (\theta_{iy\ddot{a}} (t) - \hat{m}_{\theta_{iy\ddot{a}}})^2 dt; \quad \hat{\sigma}_{\dot{\theta}_{iy\ddot{a}}} = \frac{1}{T_{\text{эсб}}} \int_t^{t+T_{\text{эсб}}} (\dot{\theta}_{iy\ddot{a}} (t) - \hat{m}_{\dot{\theta}_{iy\ddot{a}}})^2 dt. \quad (9)$$

Для предотвращения события S_2 предельно-допустимое заданное значение $\theta_a^{c\ddot{a}\ddot{a}+}$ рассчитывается в замкнутом контуре регулирования частоты n_{s_2} события S_2 . Поскольку в данной задаче нас интересует оценка частоты n_{s_2} «сверху», то считаем переменные $\alpha_3(t)$, $C_3(t)$, $D_3(t)$ слабокоррелированными, и вероятностью одновременных нарушений ограничений двумя и тремя этими переменными в учете частоты нарушений пренебрегаем. Тогда оценка частоты S_2 будет равна сумме частот нарушения ограничений для каждой отдельной переменной:

$$\hat{n}_{s_2} (t) = \hat{n}(\alpha_y > \alpha_y^{\ddot{a}\ddot{a}+}, t) + \hat{n}(\tilde{N}_y > \tilde{N}_y^{\ddot{a}\ddot{a}+}, t) + \hat{n}(D_y > D_y^{\ddot{a}\ddot{a}+}, t). \quad (10)$$

Каждое из слагаемых в (10) рассчитывается на основе информации, получаемой модулями оценки вероятностных характеристик (МОВХ) в соответствии с (8) – (9), по выражению:

$$\hat{n}_s^+(y^{\ddot{a}\ddot{a}+}, t) = \frac{\hat{\sigma}_y(t)}{2\pi\hat{\sigma}_y(t)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \text{sign}\Delta y + \left(\frac{y^{\ddot{a}\ddot{a}+} - \hat{m}_y(t)}{\hat{\sigma}_y(t)}\right)^2\right\} \times \left\{\exp\left(-\frac{\hat{m}_y^2(t)}{2\hat{\sigma}_y^2(t)}\right) - \sqrt{2\pi} \frac{\hat{m}_y(t)}{\hat{\sigma}_y(t)} \hat{O}\left(-\frac{\hat{m}_y(t)}{2\hat{\sigma}_y(t)}\right)\right\}, \quad (11)$$

где $y \equiv \alpha_3 \vee C_3 \vee D_3$.

Заданное (допустимое) значение частоты появления события S_2 , т.е. значение $n_{s_2}^{\ddot{a}\ddot{a}+}$, рассчитывается на основе заданного значения гарантированной вероятности отсутствия этого события $P_{s_2}^{\ddot{a}}(T_{кр})$ на интервале квазистационарности для скользящего интервала времени T :

$$n_{s_2}^{\ddot{a}\ddot{a}+}(s_2) = N_s^{\ddot{a}\ddot{a}\pm}(s_2, T) / T = -\ln P_s^{\ddot{a}}(s_2, T) / T = -\ln P_s^{\ddot{a}}(s_2, T_{\text{энб}}) / T_{\text{энб}}. \quad (12)$$

4.2. САУ, структурная схема которой представлена на рис. 2. Использование u_3 доступно только в режиме периодического изменения. Такое изменение u_3 можно проводить и в отсутствие исполнительного механизма, который обеспечивает его непрерывное изменение. В этом случае оно может осуществляться оператором экструдера по рекомендации алгоритма оптимизации. Вместе с тем, если учесть, что нагрузка на исполнительный механизм и на все механические передачи, участвующие в реализации u_3 , очень велики, то с целью улучшения показателей надежности экструдера от непрерывных (достаточно интенсивных) изменений u_3 целесообразно отказаться. Периодическое, достаточно редкое, изменение u_3 с целью оптимизации процесса существенно показателей его надежности снижать не будут.

В рассматриваемом варианте САУ реализация функции регулирования отличается от предыдущего. Регулирование температур осуществляется по «перекрестной» схеме, когда температура «последующей», $i+1$, зоны регулируется за счет подвода тепла к i -той зоне. Такая схема выбрана для того, чтобы иметь определенные, хоть и ограниченные, ресурсы для регулирования θ_i . Отметим, что такие ресурсы были утеряны при отказе от непрерывного изменения u_3 . Вместе с тем, как и в предыдущем варианте САУ, все функции регулирования реализуются на основе замкнутого принципа управления:

$$u_n(t) = W_{I_{iy\ddot{a}}}^P(\Delta I, t) (I_{iy\ddot{a}}^{c\ddot{a}\ddot{a}+}(t) - I(t)), \quad (13)$$

$$u_i(t) = W_{\theta_i}^P(\Delta\theta_{i+1}, t) (\theta_{i+1}^{c\ddot{a}}(t) - \theta_{i+1}(t)), \quad i = \overline{1, 3}, \quad \theta_4^{c\ddot{a}} \equiv \theta_a^{c\ddot{a}}, \quad \theta_4 \equiv \theta_r. \quad (14)$$

Реализация функции оптимизации. По показателю η_s , в данном варианте САУ, осуществляется через два относительно независимых управляющих воздействия – u_n и u_3 . Регулятор температурного режима работы ПЭД $\theta_{пэд}$, через каскадно включенный регулятор его тока $I_{пэд}$, поддерживает максимально возможную в текущих условиях подачу продукта на экструзию, которая обеспечивается при максимальных значениях u_n . Величина этих максимальных значений определяется $\theta_{iy\ddot{a}}^{c\ddot{a}\ddot{a}+}$ – максимально допустимым заданным значениям для регулятора теплового режима.

Изменение сечения канала экструдирования за счет изменения u_3 позволяет найти для текущих условий такое его максимальное значение, при которых не будут нарушаться показатели качества экструдата.

В данном случае нарушения качества могут быть связаны с ограничениями на α_3 , C_3 , D_3 «снизу» (событие «S₃»), т.е. $\alpha_{\bar{y}}^{\text{ад-}}$, $\tilde{N}_{\bar{y}}^{\text{ад-}}$, $D_{\bar{y}}^{\text{ад-}}$, поскольку, при прочих равных условиях увеличение u_3 уменьшает в экструзионной головке механическое, а, значит, и тепловое воздействие на экструдат. В дополнение к требованию соблюдения описанных выше ограничений, целесообразно также выполнение требования «не снижения» температуры θ_r ниже заданного значения за счет ограничения на значение u_3 .

Функция гарантирования предотвращения события S_1 реализуются аналогично предыдущей схеме. Принципиальным отличием в реализации функция гарантирования предотвращения S_3 , по сравнению с аналогичной функцией для S_2 , является то, что функция гарантированного предотвращения S_3 определяет и реализует, в конечном итоге, текущее значение ограничения на u_3 «снизу», а предотвращения S_2 – ограничение на u_3 «сверху». Это проявляется в том, что вместо $\hat{n}_{s_2}(t)$ необходимо оценивать частоту нарушения:

$$\hat{n}_{s_3}(t) = \hat{n}(\alpha_{\bar{y}} < \alpha_{\bar{y}}^{\text{ад-}}, t) + \hat{n}(\tilde{N}_{\bar{y}} < \tilde{N}_{\bar{y}}^{\text{ад-}}, t) + \hat{n}(D_{\bar{y}} < D_{\bar{y}}^{\text{ад-}}, t). \quad (15)$$

Каждое из слагаемых в (2.23) рассчитывается по выражению (2.19):

$$\hat{n}_{\bar{y}}(y^{\text{ад-}}, t) = \frac{\hat{\sigma}_{\bar{y}}(t)}{2\pi\hat{\sigma}_{\bar{y}}(t)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \text{sign}\Delta y \left(\frac{y^{\text{ад-}} - \hat{m}_{\bar{y}}(t)}{\hat{\sigma}_{\bar{y}}(t)}\right)^2\right\} \times \left\{ \exp\left(-\frac{\hat{m}_{\bar{y}}^2(t)}{2\hat{\sigma}_{\bar{y}}^2(t)}\right) + \sqrt{2\pi} \frac{\hat{m}_{\bar{y}}(t)}{\hat{\sigma}_{\bar{y}}(t)} \hat{O}\left(\frac{\hat{m}_{\bar{y}}(t)}{2\hat{\sigma}_{\bar{y}}(t)}\right) \right\}, \quad (16)$$

где $y \equiv \alpha_3 \vee C_3 \vee D_3$.

4.3. САУ, структурная схема которой представлена на рис. 3. Использование u_3 доступно только в режиме настройки экструдера на работу с заданным видом сырья. Эта настройка осуществляется «вручную» оператором экструдера и лаборантом и остается, как правило, неизменной, $u_3 = \text{const}$, в течение всего времени производства экструдата из заданного сырья. Именно так реализуется процесс ЭБП в настоящее время.

В рассматриваемом варианте САУ реализация функции регулирования также отличается от предыдущего. Регулирование температур осуществляется по «каскадной» схеме, где главной регулируемой переменной является температура θ_r экструдированной головки. Здесь принципиальной особенностью является то, что главный регулятор (регулятор θ_r) устанавливает заданные значения одновременно всем трем вспомогательным регуляторам (регуляторам θ_i , $i = 1, 3$), а не одному, как в классической каскадной структуре:

$$u_{i_1}(t) = W_{\theta_i}^p(\Delta\theta_i, t)(\theta_i^{\text{сд}}(t) - \theta_i(t)) = W_{\theta_i}^p(\Delta\theta_i, t) \left(W_{\theta_a}^p(\Delta\theta_a, t) (\Delta\theta_a^{\text{сдд+}}(t) - \Delta\theta_a(t)) - \theta_i(t) \right). \quad (17)$$

Такая структура каскадной САУ позволит более эффективно мобилизовать ресурсы управляющих воздействий u_{i_1} для достижения главной цели регулирования – поддержания необходимого значения θ_r .

Функция регулирования тока нагрузки ПЭД реализуется аналогично тем САУ, структура которых была рассмотрена ранее.

Реализация функции оптимизации. По η_3 в данном варианте САУ осуществляется в предположении, что режимы максимальной энергетической эффективности ведения процесса ЭБП совпадают или, по крайней мере, близки к режимам максимальной загрузки ПЭД экструдера. В свою очередь, максимальная загрузка экструдера ограничивается предельно-допустимым температурным режимом ПЭД. Стабилизация $\theta_{\text{пэд}}$ соответствующим регулятором, при которой ее среднее значение ($\bar{\theta}_{\text{йвд}}$) максимально приближается к $\theta_{\text{йвд}}^{\text{ад+}}$, и, одновременно, вероятность соблюдения теплового режима сохраняется не ниже гарантированной, обеспечивается непрерывным перерасчетом допустимого заданного значения $\theta_{\text{йвд}}^{\text{сдд+}}$.

Оптимизация качества при такой структуре САУ сводится к предотвращению появления события S_2 при максимальной нагрузке экструдера. При этом оптимизирующим воздействием является переменная $\theta_a^{\text{сдд+}}$. Ее конкретное значение определяется при реализации функции гарантирования. В этом случае, когда ресурсы на управление (снижение) θ_r за счет u_{i_1} исчерпаны, т.е. когда все нагреватели экструдера фактически обесточены: $u_{\text{п}} = u_{i_1} \wedge u_{i_2} \wedge u_{i_3} = 0$, то понижение температуры θ_r будет осуществляться за счет «принудительного» уменьшения значения $I_{\text{йвд}}^{\text{сдд+}}$ и, следовательно, $u_{\text{п}}$. Последнее означает снижение производительности экструдера.

Реализация функций гарантирования предотвращения событий S_1 и S_2 в данной САУ осуществляется практически также, как и в САУ со структурной схемой по рис. 1.

5. Висновок. Розробка ефективних САУ процесом ЕБП, в силу його специфічних властивостей як об'єкта управління, представляє собою достатньо наукоємку задачу. Її рішення приводить до необхідності розширення складу функцій, реалізуємих системою, і покращення реалізації традиційних функцій. Як наслідок, це приводить до значительного ускладненню алгоритмів, реалізуємих САУ. Разом з тим, сучасний рівень програмно-технічного забезпечення систем автоматичного управління технологічними процесами знімає багато обмежень на отримання в реальному часі інформації про хід процесу і практично всі обмеження на складність алгоритмів, які виконують переробку цієї інформації, зокрема алгоритмів управління. Тому розглянуті в цій статті варіанти САУ, в тому числі і найскладніший з них, мають хорошу матеріальну базу для реалізації. А обладнання екструдерів такими САУ може дати суттєвий економічний ефект, в тому числі за рахунок більш швидкого впровадження нових видів продукції.

Література

1. Екструзія в харчовій технології / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с: ил.
2. Хобин В.А., Егоров В.Б. Покращення ефективності процесу екструзії комбікормів засобами автоматичного управління // Зернові продукти і комбікорми. – Одеса, 2008. – № 3 (31). – С. 53 – 54.
3. Isermann Howard P. Twin-Screw Food Extrusion: Control Case Study // Joel Schlosburg, May 12th, 2005. <http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/WWW/faculty/bequette/URP/JoelS-presentation.pdf>.
4. Хобин В.А., Егоров В.Б. Процес екструзії рослинного сировини як об'єкт управління: особливості, задачі управління, структура // Мат. XV міжнарод. конф. з автоматичного управління (Автоматика – 2008), м. Одеса, 23 – 26 вересня 2008 року. – Одеса: ОНМА, 2008. – Мат. в 2-х т. – Т. 2. – С. 643 – 646.
5. Хобин В.А., Егоров В.Б. Концептуальна модель процесу екструзії рослинної сировини як об'єкта управління // Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2009. – Вип. 36. – Т. 2. – С. 246 – 254.
6. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
7. Хобин В.А. Регулятор переменной структуры для объектов технологического типа // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – Херсон: Херсон. гос. техн. ун-т, 2004. – № 1 (13). – С. 190 – 196.
8. Хобин В.А. Функция гарантирования в системах автоматического управления // Автоматизация производственных процессов. – Київ, 2002. № 1(14). – С. 145 – 150.
9. Хобин В.А., Егоров В.Б. Интеллектуальный канал видеoinформации для систем управления процессом экструзии растительного сырья // XVI Міжнарод. конф. з автомат. управління «Автоматика-2009». Тез. доп. – Чернівці: Книги – XXI, 2009. – С. 225 – 226.

УДК 519.876.2:681.5.015

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ АДАПТАЦІ РЕГУЛЯТОРА ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ В ЗАМКНУТОМУ КОНТУРІ

Жигайло О.М., канд. техн. наук, доцент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Для об'єктів технологічного типу використовується розширений метод типової статистичної ідентифікації. Розроблена з його допомогою процедура поетапної ідентифікації об'єкта управління в замкнутому контурі склала основу для розв'язання задачі адаптації (самоналаштування регулятора) у розглянутих системах управління.

For objects technological type used advanced the method of typical statistical identification. Designed with the help of stepwise procedure for identifying an object in a closed circuit formed the basis for solving the problem of adaptation (self-tuning) control in these systems.

Ключові слова: типова статистична ідентифікація, кореляційні функції, адаптація регулятора.

Постановка завдання. Адаптивне регулювання є найбільш ефективним способом збереження розумного компромісу між показниками стійкості і якості процесів у САУ об'єктами будь-якої природи, для

яких характерний високий рівень нестационарності їхніх властивостей. При цьому можливість і ефективність застосування конкретних алгоритмів самоналаштування суттєво залежить від особливостей об'єктів управління (ОУ). Для вирішення нашого завдання всі ОУ можна підрозділити на дві групи:

1. «Нетехнологічні», куди входять ОУ електротехнічного (електропривод верстатів), механічного (маніпулятори), електронного (підсилювачі й фільтри радіотехнічних пристроїв), мобільного (транспортні засоби) типів.

2. «Технологічні», куди входять технологічні або енергетичні установки й агрегати (далі – ТА), у тому числі й ТА, установлені на мобільних об'єктах.

Серед особливостей ОУ другої групи можна відокремити: а) фізичне розподілення каналів управління ОУ, що проявляється в значних запізненнях реакції керованих змінних на керуючі впливи; б) високий рівень невизначеності причинно-наслідкових зв'язків між змінними, особливо параметричних, що обумовлює неможливість отримання моделей цих зв'язків з досить високим рівнем адекватності; в) дуже низька інтенсивність дії вхідних змінних за завданням САУ та велика кількість зовнішніх збурень, що інтенсивно змінюються, досить істотно впливають на роботу ТА і практично недоступні для виміру, але, одночасно, змінюють і значення вихідних керованих змінних, властивості каналів управління й оптимальні режими роботи ТА [1]. Остання особливість є основною причиною існування корельованості між керуючими впливами й керованими змінними ОУ. Це обумовлює некоректність розв'язуваної задачі й унеможливорює пряме застосування методів статистичної ідентифікації. Тому для її розв'язання пропонується процедура поетапної ідентифікації ОУ, що використовує типовий підхід [2]. При цьому необхідно:

1. Вибрати формальну модель системи (ФМС) управління за каналом завдання $W_{y^{\text{за}}y}^{\text{фмс}}(s)$.
2. Провести ідентифікацію системи управління за моделями взаємних кореляційних функцій (ВКФ).
3. Провести ідентифікацію ОУ;
4. Налаштувати регулятор.

Вибір типової моделі САУ. Для цього використовується евристичний підхід. На його основі пропонується ФМС управління за каналом завдання, що може бути описана у вигляді передавальної функції:

$$W_{y^{\text{за}}y}^{\text{оін}}(p) = ke^{-\tau p} / (T^2 p^2 + 2\xi T p + 1), \quad (1)$$

із перехідною характеристикою (ПХ)

$$h^{\text{оін}}(t) = k \left(1 - (1/C_1) e^{-\xi(t-\tau)/T} \sin(C_1(t-\tau)/T + \theta_1) \right), \quad (2)$$

де $C_1 = \sqrt{1 - \xi^2}$, $\theta_1 = \arctg(C_1 / \xi)$.

На рис. 1 представлені перехідні характеристики імітаційної моделі системи (ІМС) управління $h_i^{\text{імс}}(t)$ з ПІД – алгоритмом регулювання (3), що й у реальній системі, і тестовим об'єктом (4), у якого змінювали час запізнення τ_o , постійну часу T_o , коефіцієнт передачі k_o , а також обраної нами ФМС управління за каналом завдання $h_i^{\text{фмс}}(t)$. При цьому для визначення параметрів ФМС вирішувалася чисельним методом оптимізаційна задача $\bar{a}^* = \text{argmin}[(h_i^{\text{фмс}}(t, \bar{a}) - h_i^{\text{імс}}(t))^2]$, у якій $\{k, T, \xi, \tau\} = \bar{a}$ були аргументами в $h_i^{\text{фмс}}(t)$.

$$W^{\text{оіаа}}(p) = k_o \left(1 + 1/\Delta_{\text{ср}} p + \Delta_{\text{ю}} p / (0.2 \Delta_{\text{ю}} p + 1) \right), \quad (3)$$

$$W^o(p) = k_o e^{-\tau_o p} / (T_o p + 1)^2, \quad (4)$$

Регуляризована процедура ідентифікації системи управління. Розглянемо цю процедуру на прикладі систем управління, що гарантують безаварійність (САУ ГБ) [3]. Відомо, що гарантувальне задане значення $y^{\Gamma}(t)$ являє собою випадкову величину. Отже, статистична ідентифікація системи управління за каналом завдання може здійснюватися за спостереженнями сигналу $y^{\Gamma}(t)$ і за реакцією системи на цей сигнал $y(t)$. При цьому властивості вхідного сигналу повинні відповідати стаціонарному випадковому процесу, а його енергетичний спектр повинен мати смугу частот, не меншу від еквівалентної смуги пропускання САУ, що ідентифікуємо [4]. Крім того, вхідний сигнал повинен бути незалежний від вихідного (статистично з ним не зв'язаний).

На жаль, зазначені вимоги у САУ ГБ виконуються погано. Тому для успішної ідентифікації пропонується так званий “змішаний” спосіб. Він полягає у тому, що на вхід системи (рис. 2) періодично подається, адитивний до $y^{\Gamma}(t)$, пробний випадковий сигнал (ПВС) $y^{\Delta}(t)$ невеликої інтенсивності, і тоді на систему діє сигнал:

$$y^{3\Delta}(t) = y^{\Gamma}(t) + y^{\Delta}(t). \quad (5)$$

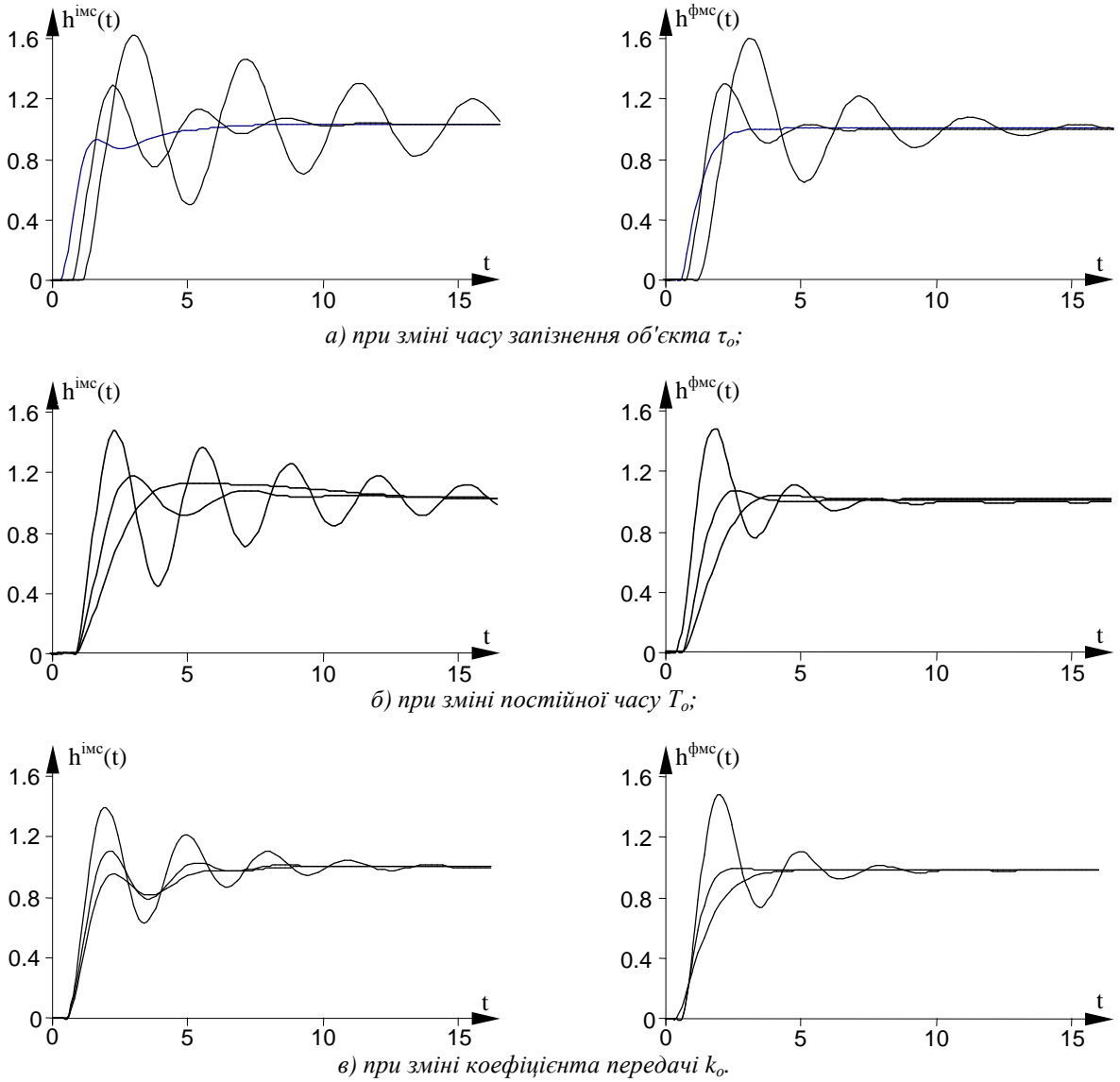


Рис. 1 – Перехідні характеристики ІМС і ФМС управління за каналом завдання

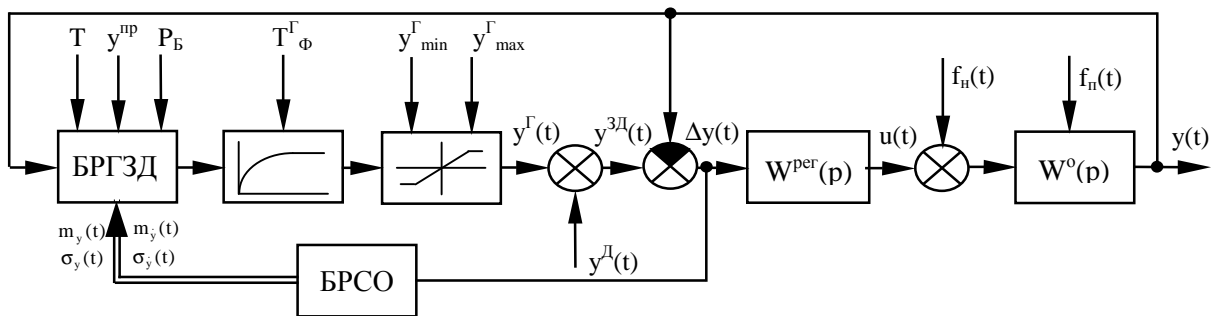


Рис. 2 – Структурна схема САУ ГБ

При цьому не порушується нормальне функціонування системи, тому що в реальних умовах на її вхід, крім впливу за завданням $y^{\Gamma}(t)$, надходить перешкода, яка має більш широкий спектр, ніж $y^{\Gamma}(t)$. Тут у процесі ідентифікації перешкодою розглядається робочий сигнал $y^{\Gamma}(t)$, а вхідним сигналом для алгоритму ідентифікації є $y^D(t)$. Ідентифікація системи в цьому випадку може бути здійснена завдяки високій перешкодозахищеності статистичних методів оцінювання.

При реалізації процедури ідентифікації моделі ОУ в САУ ГБ поетапним методом із подачею ПВС особлива увага зверталася на його властивості. З ідеальної точки зору, ми повинні підібрати такий ПВС, для якого б результати ідентифікації формальної моделі системи виходили найбільш оптимальні (максимально наближені до ідеального). Однак при цьому необхідно, щоб використання ПВС погіршувало якісні показники функціонування системи в найменшому ступені. З огляду на ці умови, було вироблено такі рекомендації:

1. Дисперсія ПВС повинна відповідати 10–30 % від значення дисперсії вихідного сигналу $y(t)$. Чим вона більша, тим кращими стають результати ідентифікації, однак при цьому погіршуються показники якості САУ. Тому при виборі величини значення дисперсії ПВС варто йти на компроміс і враховувати ці обидва фактори.

2. Спектральна щільність ПВС повинна бути більш широкою за своїм складом, від амплітудно-частотної характеристики САУ. Тому для його генерації варто використовувати малоінерційний формувальний фільтр.

3. ПВС повинен мати всі властивості стаціонарного ергодичного процесу. Для цього необхідно застосовувати проріджування сигналу, що надходить на формуючий фільтр.

Визначені в [2] моделі ВКФ містять у собі інформацію про властивості ОУ. Ця особливість дозволяє судити про те, що по зміні оцінок ВКФ, що розраховуються, можна стежити за змінами властивостей об'єкта та робити налаштування регулятора.

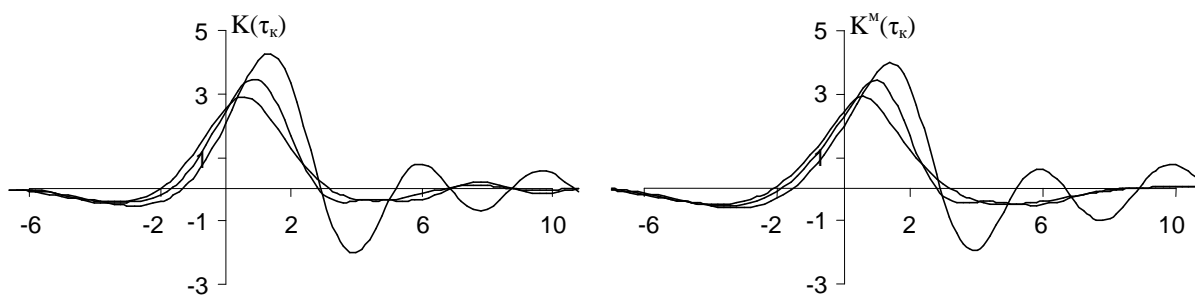
Для реалізації цієї ідеї необхідно в першу чергу алгоритмізувати процедуру розрахунку оцінок АКФ і ВКФ у реальному часі. У її основі використовуються такі рекомендації: 1) для отримання оцінок кореляційних функцій (КФ) тривалість T_p випадкових процесів (ВП) повинна бути не меншою $(25...50) \cdot T_{СКП}$, де $T_{СКП} = 2T_p/S$ – оцінка середньоквадратичного періоду (СКП) коливань ВП, а T_p' – інтервал для оцінки СКП, S – число перетинань ВП із його математичним очікуванням на інтервалі T_p' ; 2) квантування ВП доцільно проводити із кроком $\Delta t = 0.1 \cdot T_{СКП}$; 3) крок розрахунку аргументів КФ $\Delta \tau_k$ вибирається рівним кроку Δt ; 4) оцінювати КФ доцільно на наступних інтервалах: $\tau_{\hat{e}}^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} = k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} \Delta \tau_{\hat{e}} = 7T_{\hat{e}}/S_{y^{\hat{a}}}$,

$\tau_{\hat{e}}^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}+} = k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}^+ \Delta \tau_{\hat{e}} = 6T_{\hat{e}}/\sqrt[3]{S_{y^{\hat{a}}} S_{y^{\hat{o}}}}$, $\tau_{\hat{e}}^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}-} = k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}^- \Delta \tau_{\hat{e}} = 6T_{\hat{e}}/\sqrt[3]{S_{y^{\hat{a}}} S_{y^{\hat{o}}}}$, де $k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$ – кількість значень оцінки АКФ вхідного сигналу $y^{\hat{a}}$; $k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}^+$, $k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}^-$ – кількість значень оцінок ВКФ вхідного й вихідного сигналів на позитивній і негативній півосі; $S_{y^{\hat{a}}}$, $S_{y^{\hat{o}}}$ – число перетинань вхідного й вихідного сигналів зі своїми математичними очікуваннями на інтервалі часу T_p .

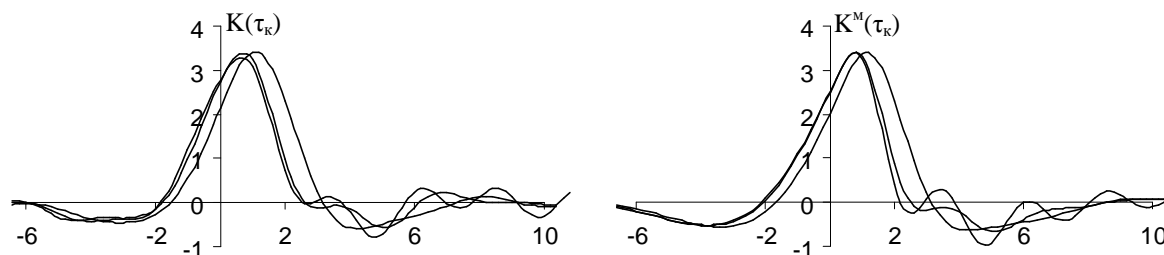
Спочатку розрахунок кореляційних функцій проводився на фіксованому інтервалі. На рис. 3 представлено оцінки ВКФ $K(\tau_k)$ вхідного й вихідного сигналів ІМС управління з тестовим об'єктом, у якого змінювали час запізнення, постійну часу, коефіцієнт передачі й моделі ВКФ $K^m(\tau_k)$, що відповідають обраній ФМС управління. При цьому для визначення параметрів моделі ВКФ розв'язувалася чисельним методом оптимізаційна задача $\bar{b}^* = \operatorname{argmin}[(K_i^m(\tau_k, \bar{b}) - K_i(\tau_k))^2]$, у якій $\{k, T, \xi, \tau\} = \bar{b}$ були аргументами в $K_i^m(\tau_k)$. За ними можна чітко спостерігати взаємозв'язок моделей ВКФ зі змінюваними властивостями об'єкта управління в імітаційній моделі системи.

Однак оцінки АКФ і ВКФ, які розраховуються рекурентно, накопичують у собі інформацію про властивості ВП входу й виходу. При цьому необхідно враховувати, що в оцінці ВКФ зосереджено також інформацію й про властивості об'єкта, що ідентифікується. На початковому етапі розрахунку оцінок їхній вигляд значно змінюється при надходженні чергових точок ВП. Чим більша кількість зареєстрованих значень, тим менше проявляються ці зміни. Якщо параметри об'єкта будуть змінюватися, то це відіб'ється на вигляді оцінки ВКФ. Більш помітно це буде виглядати для оцінки, що отримана з вибірок ВП із меншим за часом інтервалом обробки. Тому виникає завдання обмеження інтервалу часу T_p оброблюваного ВП. При розв'язанні цього завдання в реальному часі необхідно забирати “застарілу” інформацію з оцінок КФ. Це означає, що при реєстрації точок ВП і розрахунку за ними нових значень оцінок КФ, що відповідають моменту часу $T_p + \Delta t$, варто забирати з них інформацію, отриману з розрахунків за першими точками ВП. При розрахунку оцінок КФ, що відповідають моменту часу $T_p + 2 \cdot \Delta t$, варто забирати з них інформацію, отриману з розрахунків за другими точками ВП і т.д. Тому пропонується рекурентний розрахунок КФ на так званому “ковзному” інтервалі. Його довжина фіксується, а розрахунок оцінок КФ виробляється за наступними рекурентними формулами:

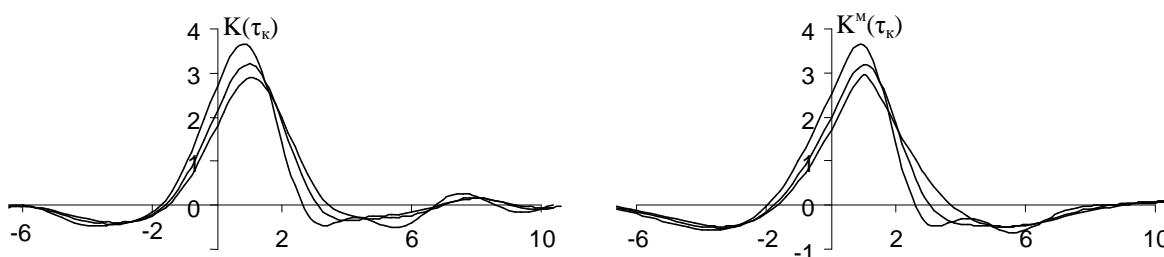
$$\hat{K}_{y^{\hat{a}}}^{(j)}(i\Delta\tau_{\hat{e}}) = \hat{K}_{y^{\hat{a}}}^{(j-1)}(i\Delta\tau_{\hat{e}}) + \frac{1}{N-i+1} \left(\sum_{i=1}^{k_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}} (Y^{\hat{a}}(j\Delta t) Y^{\hat{a}}((j-i+1)\Delta t) - Y^{\hat{a}}((j-N)\Delta t) Y^{\hat{a}}((j-N+i-1)\Delta t)) \right), \quad (6)$$



а) при зміні часу запізнення об'єкта τ_o ;



б) при зміні постійної часу T_o ;



в) при зміні коефіцієнта передачі k_o

Рис. 3 — Оцінки ВКФ вхідного й вихідного сигналів системи з тестовим об'єктом і відповідні їм моделі

$$\widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{+(j)}(i\Delta\tau_{\hat{\epsilon}}) = \widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{+(j-1)}(i\Delta\tau_{\hat{\epsilon}}) + \frac{1}{N-i+1} \left(\sum_{i=1}^{k_{\hat{a}\hat{\epsilon}\hat{o}}^+} \left(Y^{\ddot{a}}(j\Delta t)Y((j-i+1)\Delta t) - Y((j-N)\Delta t)Y^{\ddot{a}}((j-N+i-1)\Delta t) \right) \right), \quad (7)$$

$$\widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{-(j)}(i\Delta\tau_{\hat{\epsilon}}) = \widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{-(j-1)}(i\Delta\tau_{\hat{\epsilon}}) + \frac{1}{N-i+1} \left(\sum_{i=1}^{k_{\hat{a}\hat{\epsilon}\hat{o}}^-} \left(Y(j\Delta t)Y^{\ddot{a}}((j-i+1)\Delta t) - Y^{\ddot{a}}((j-N)\Delta t)Y((j-N+i-1)\Delta t) \right) \right), \quad (8)$$

де $\widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{-(j)}$, $\widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{+(j)}$, $\widehat{K}_{y^{\ddot{a}}y}^{-(j)}$ – значення оцінок КФ; i – номер значення КФ; j – номер значення ВП; $Y^{\ddot{a}}(j\Delta t)$, $Y(j\Delta t)$ – поточне значення вхідного й вихідного сигналів (якщо $j < k_{\hat{a}\hat{\epsilon}\hat{o}}^-$, $k_{\hat{a}\hat{\epsilon}\hat{o}}^+$, $k_{\hat{a}\hat{\epsilon}\hat{o}}^-$, то $i=j$), N – кількість крапок ВП, для яких здійснюється розрахунок КФ (при цьому $T_p > (25 \dots 50) \cdot T_{\text{скп}}$, а $j \geq N$).

Використовуючи експериментально отриману оцінку $\widehat{K}_{y\ddot{a}}(\tau_{\xi})$ можна провести ідентифікацію параметрів моделі АКФ вхідного сигналу $y^{\text{Д}}(i\Delta t) - K_{y\ddot{a}}^{\text{і}}(\tau_{\xi})$. При цьому, вважаючи, що $\vec{d} = \{D, \alpha, \beta\}$ в $K_{y\ddot{a}}^{\text{і}}(\tau_{\xi})$ аргументи, розв'язується чисельними методами *оптимізаційна задача 1* (рис. 4).

Використовуючи експериментально отриману оцінку $\widehat{K}_{y\ddot{a}y}(\tau_{\xi})$, можна виконати ідентифікацію параметрів ФМС за каналом завдання — k^*, T^*, τ^*, ξ^* , які одночасно є параметрами моделі ВКФ вхідного $y^{\text{Д}}(i\Delta t)$ і вихідного $y(i\Delta t)$ сигналів — $K_{y\ddot{a}y}^{\text{і}}(\tau_{\xi})$. З огляду на властивості системи управління за каналом завдання, значення k приймається постійним, і рівним 1. При цьому, вважаючи, що $\vec{c} = \{T, \tau, \xi\}$ в $K_{y\ddot{a}y}^{\text{і}}(\tau_{\xi})$ аргументи, розв'язується чисельними методами *оптимізаційна задача 2* (рис. 4).

Тим самим на цьому першому етапі ми отримуємо перехідну характеристику (ПХ) ФМС $h_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(t)$, що за своїми властивостями відповідає ПХ досліджуваної системи за каналом завдання.

Процедура ідентифікації моделі об'єкта управління. На другому етапі, додатково до (1), застосовується ІМС за тим же каналом. Така модель, у якій в явному вигляді використовується модель ОУ за каналом управління (типова) (3) і той же алгоритм регулювання, що й у реальній системі, наприклад, ПД – алгоритм (4).

При цьому передавальна функція системи управління за каналом завдання буде мати такий вигляд:

$$W_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(p) = \frac{(Ap^2 + Bp + C)e^{-\tau_0 p}}{Mp^4 + Np^3 + Rp^2 + Sp + (Ap^2 + Bp + C)e^{-\tau_0 p}}, \quad (9)$$

де $A = 1.2k_{\delta}k_{\text{і}}T_{3\zeta}T_{\text{іо}}$, $B = k_{\delta}k_{\text{і}}(0.2T_{\text{іо}} + T_{3\zeta})$, $\tilde{N} = k_{\delta}k_{\text{і}}$, $M = 0.2T_{3\zeta}T_{\text{іо}}^2$, $N = T_{\text{і}}T_{3\zeta}(0.4T_{\text{іо}} + T_{\text{о}})$, $R = T_{3\zeta}(0.2T_{\text{іо}} + 2T_{\text{о}})$, $S = T_{3\zeta}$,

а відповідне диференціальне рівняння, що описує цю систему управління в операторній формі:

$$y(p) = W_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(p) y^{\text{л}}(p). \quad (10)$$

З огляду на те, що (9) має запізнення в знаменнику, ПХ імітаційної моделі системи (10) зручно представити у вигляді рекурентного вираження, використовуючи, наприклад, метод Ейлера:

$$\begin{aligned} h_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(t) \Big|_{y^{\text{л}}(t)=1} \Leftrightarrow y(n\Delta t) = & [(4B_1 + 3B_2 + 2B_3 + B_4)y((n-1)\Delta t) - (6B_1 + 3B_2 + B_3) \times \\ & \times y((n-2)\Delta t) + (4B_1 + B_2)y((n-3)\Delta t) - B_1y((n-4)\Delta t) - (B_5 + B_6 + B_7) \times \\ & (y((n-m)\Delta t) - y^{\text{сін}}((n-m)\Delta t)) + (2B_5 + B_6)(y((n-m-1)\Delta t) - y^{\text{сін}}((n-m-1)\Delta t)) - \\ & - B_5(y((n-m-2)\Delta t) - y^{\text{сін}}((n-m-2)\Delta t))] / (B_1 + B_2 + B_3 + B_4) \end{aligned}, \quad (11)$$

де n – номер поточного значення ПХ, Δt – крок дискретизації ПХ, $m = E(\tau_0/\Delta t)$ – ціла частина від розподілу τ_0 на Δt , $B_1 = M/\Delta t^4$, $B_2 = N/\Delta t^3$, $B_3 = R/\Delta t^2$, $B_4 = S/\Delta t$, $B_5 = A/\Delta t^2$, $B_6 = B/\Delta t$, $B_7 = C$.

Оскільки властивості реальної системи описані імітаційною моделлю, а нам відомі параметри регулятора, то можна в ній підібрати параметри ОУ таким чином, щоб її ПХ $h_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(t)$ відповідала ПХ формальній моделі $h_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(t)$. При цьому, вважаючи, що $\vec{a} = \{k_{\text{о}}, T_{\text{о}}, \tau_{\text{о}}\}$ аргументи у вираженні для визначення ПХ імітаційної моделі системи $h_{y\ddot{a}y}^{\text{оін}}(t)$, розв'язується чисельними методами *оптимізаційна задача 3* (рис. 4).

Процедура самонастроювання регулятора. Оскільки в результаті поетапної типової ідентифікації були отримані параметри моделі ОУ та є імітаційна модель САУ, що розглядається, то можна провести параметричну оптимізацію регулятора в цій системі. При цьому, вважаючи, що $\vec{b} = \{k_{\delta}, T_{3\zeta}, \dot{O}_{\text{іо}}\}$ в

$h_{y^{\text{а}}y}^{\text{аін}}(t)$ аргументи, розв'язується чисельними методами *оптимізаційна задача 4*.

Основу алгоритму адаптації становить послідовність оптимізаційних задач. Ілюстрація порядку й сутності їхнього виконання представлена на рис. 4. На підставі отриманих даних виконується розрахунок і установка нових оптимальних параметрів регулятора.

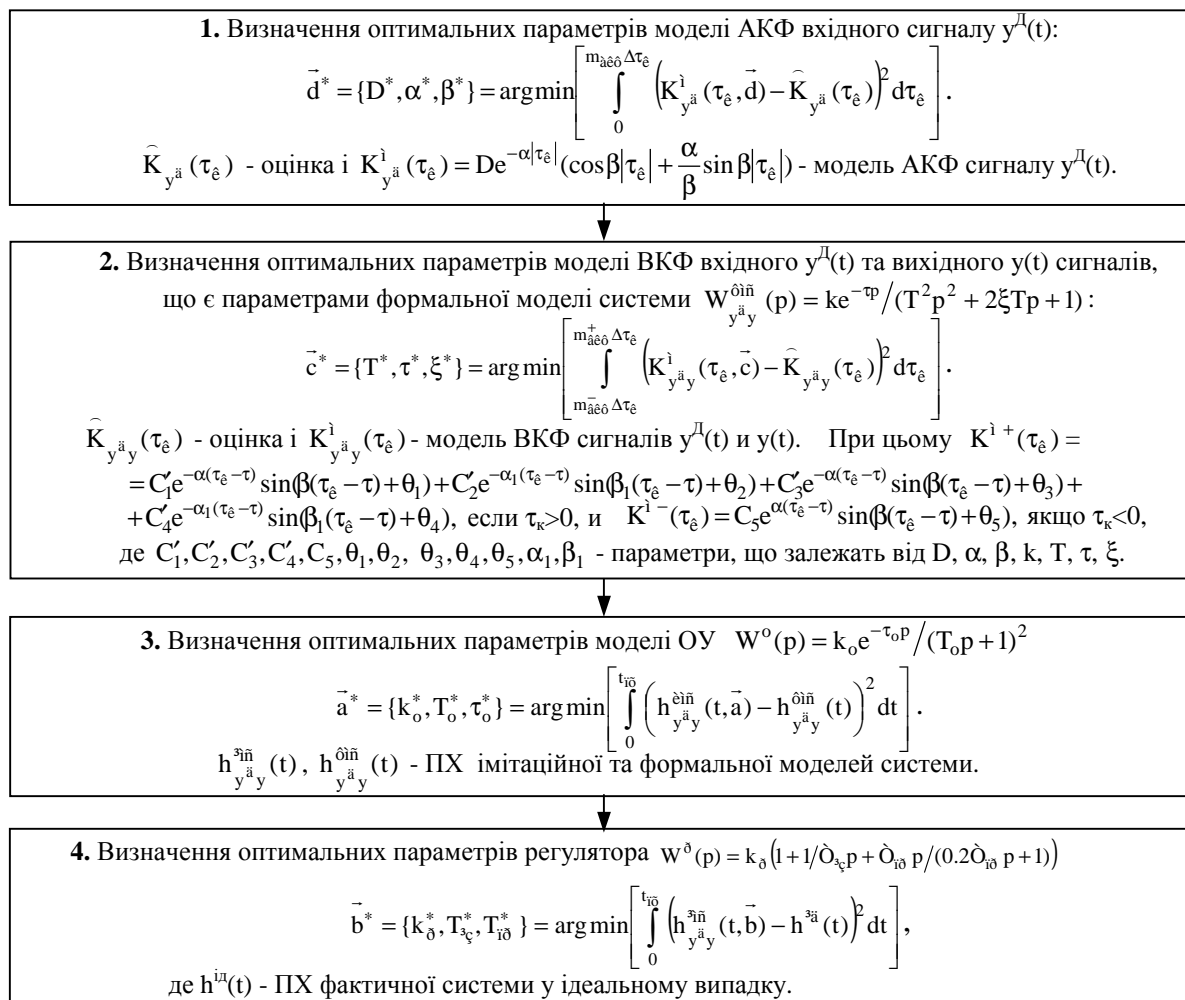


Рис. 4 – Ілюстрація послідовності виконання оптимізаційних задач у процедурі налаштування регулятора

Література

1. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. – М.: Энергия, – 1973. – 440с.
2. Хобин В.А., Жигайло А.М. Расширение метода типовой статистической идентификации на модели объектов с запаздыванием. Автоматизация технологических и бизнес-процесів. – Одеса, 2011. – № 2. – С. 27 – 32.
3. Хобин В.А., Парамонов О.І. Удосконалення систем гарантуючого управління, з метою підвищення ефективності управління об'єктами з обмеженням типа “аварійна ситуація” // Наук. ст. ОДАХТ. М-во освіти України. Вип. 18: Удосконалення існуючих і розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості. – Одеса. – 1998. – С. 195 – 198.
4. Бессонов А.А., Загашвили Ю.В., Маркелов А.С. Методы и средства идентификации динамических объектов. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.

УПРАВЛЕНИЕ СОВОКУПНЫМИ ПОТОКАМИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Жуковский Э.И., д-р техн. наук, профессор, Шевченко З.И., канд. экон. наук., доцент

Чабаров В.А., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматривается проблема сокращения (минимизации) времени простоя транспортных средств у приемно-отпускных экспедиций складов как элементов логистической системы пищевых предприятий.

The problem of minimization of demurrage time of means of transport in reception and release expeditions of storages as elements of the logistic system of food enterprises.

Ключевые слова: логистика, логистическая система, совокупные материальные потоки, система контроля за состоянием запасов, поточно-транспортная система (ПТС), производительность ПТС, входной поток, фаза ПТС, интенсивность грузопотоков, приемная экспедиция, отпускная экспедиция, поток требований.

Использование логистического подхода к управлению предприятием предусматривает системное управление всей материальной цепью. Пищевые предприятия – это сложная экономическая система, которая обеспечивает наиболее эффективное обращение сельхозсырья благодаря взаимодействию покупателей и продавцов в пределах определенной среды, которая формируется под их влиянием и, в то же время, активно влияет на основные параметры обращения. Успех предприятия во многом зависит от минимизации времени простоя транспортных средств и выбора эффективной системы контроля за состоянием запасов, что ведет к уменьшению издержек, сокращению производственного цикла и повышению производительности производства.

Предприятия-переработчики сельхозсырья усиленно сокращают время простоя своих производственных мощностей, и логистика для них становится все более приоритетной задачей. Для этого на предприятиях внедряются логистические службы, основной функцией которых является управление материальными и совокупными потоками в пределах логистической системы или в некоторых частях цепи поставок, начиная от формирования договорных отношений с поставщиком и заканчивая доставкой клиенту готовой продукции. Логистический менеджмент обеспечивает эффективное и рациональное перемещение материального потока в конкретном временном интервале от исходной позиции к конечному месту потребления или к промежуточному месту дислокации материального потока [3].

В настоящее время из-за недоиспользования мощностей пищевой индустрии и несвоевременной переработки сырья теряется от 15 % получаемого урожая. В то же время современный уровень бизнеса предъявляет все более жесткие требования к эффективности всей цепочки переработки сельскохозяйственной продукции – от производителя до предприятий розничной торговли. Эти проблемы обычно решаются на уровне создания и реализации различных логистических схем для предприятий – производителей и торговли.

Существующая логистическая схема потоков грузов при производстве и реализации пищевых продуктов представлена на рис. 1.

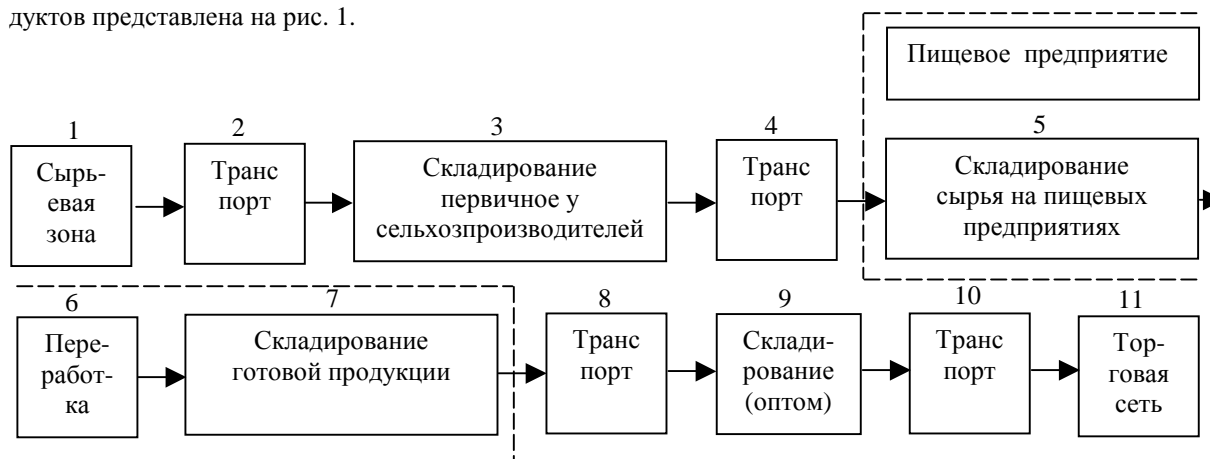


Рис. 1 – Логистика потоков грузов при производстве и реализации пищевых продуктов

В схеме есть четыре транспортных и четыре складских элемента. Задача логистического менеджмента – синхронизировать грузопотоки. Готовность элементов 5,6 к приему сырья от сельхозпроизводителя предварительно требует решения ряда вопросов (планирование, заключение договоров, увязка грузопотоков с учетом емкости складов 5 и возможностей переработки 6). Необходимо оперативное управление грузопотоками, связанное с характеристиками элементов 5,6,7 (заполнение емкости склада 7 блокирует производство 6, влечет возникновение очереди в элементе 4 и, следовательно, нарушает работу элементов 2,3). На рис. 2 представлена модель пищевого предприятия.

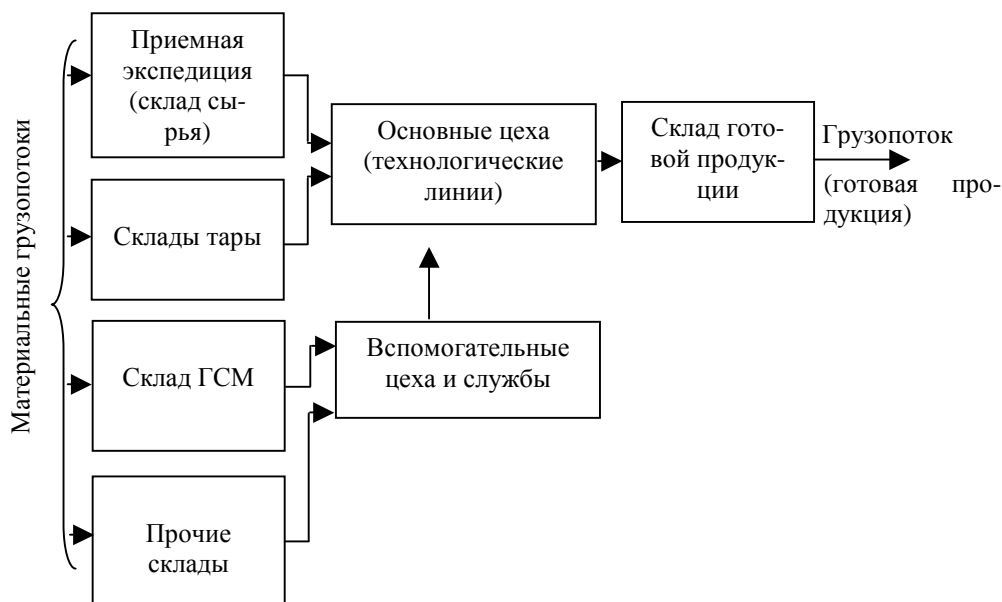


Рис. 2 – Модель материальных потоков пищевого предприятия

На складах пищевых предприятий можно использовать одну из систем контроля за состоянием запасов [1]:

1. Система с фиксированным размером заказа или непрерывная система регулирования запаса.

В этой системе размер запаса является величиной постоянной. Интервалы времени, через которые производится размещение заказа могут быть разные. Когда запас достигнет «критической точки», соответствующей потребности производства в данном ресурсе, то оформляется заказ сельхозсырья. Таким образом, при данной системе время повторения заказа является величиной переменной, а размер заказа, величина запаса в момент размещения заказа и величина страхового запаса – фиксированными (постоянными).

Данную систему рекомендуется применять в следующих случаях, если:

- большие потери производства в результате отсутствия запаса;
- высокие издержки по хранению запасов;
- высокая стоимость заказываемого сырья;
- высокая степень неопределенности спроса.

Данная система предполагает непрерывный учет остатков запасов материалов с целью определения точки заказа.

2. Система с фиксированной периодичностью заказа или периодическая система регулирования запаса.

В этой системе контроль состояния запасов осуществляется через равные промежутки времени посредством проведения инвентаризации остатков материальных ресурсов на складах. По результатам проверки составляется заказ на поставку новой партии сырья.

Размер заказываемой партии определяется по формуле:

$$P = Z_{\max} - (Z_{\text{фак}} - Z_{\text{тек}});$$

где Z_{\max} – максимальный запас;

$Z_{\text{фак}}$ – фактический запас;

$Z_{\text{тек}}$ – запас, который будет израсходован в течение выполнения заказа.

Эта система применяется в следующих случаях, если:

- условия поставки позволяют получать заказы различными по величине партиями;
- расходы по размещению заказа и доставке материального ресурса сравнительно невелики;
- потери от возможного дефицита сравнительно невелики.

Склады пищевых предприятий работают в условиях неравномерных нагрузок, когда к их приемным и отпускным экспедициям за определенный промежуток времени прибывает различное число транспортных средств, подлежащих обслуживанию. В этом случае обеспечить нормативное время обслуживания транспортных средств, особенно железнодорожных вагонов, трейлеров, возможно только при наличии резервных мощностей (дополнительных механизмов) в экспедициях складов.

Предлагается сформулировать задачу, исходя из основных положений теории очередей или теории массового обслуживания (многофазовость, многоканальность в одной фазе) следующим образом. Пусть на приемную экспедицию (ПЭ) воздействует вероятностный поток транспортных средств с грузами i -го типа с интенсивностью λ_i^1 , а на отпускную экспедицию (ОЭ) – поток требований на отпуск грузов потребителям с интенсивностью λ_i^u . Нужно определить производительность фаз грузообработки $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$ и величины емкостей V_1, V_2, \dots, V_{m-1} между фазами. Исходя из необходимости минимизации затрат на построение и эксплуатацию склада, запишем

$$P_j = P_{Tj} + \Delta_j + K_j \rightarrow \min$$

при ограничении

$$\rho_{ij} = \frac{\lambda_i}{\mu_j} \leq 1, \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n; \\ j = 1, 2, \dots, m, \end{matrix}$$

где P_{Tj} – издержки из-за простоя транспорта перед экспедициями склада при j -м варианте системы;

Δ_j, K_j – соответственно текущие затраты и инвестиции в j -й вариант складской системы;

ρ_{ij} – нагрузка складской системы j -го вида.

Затраты $P_{Tj} = F(\mu_j, V_j)$ определялись методом имитационного моделирования. Особое внимание уделялось варьированию объемом V_1 (принцип первой емкости). Значение данной емкости заключается в сглаживании неравномерности поступления заявок и неритмичности их обслуживания. Результаты исследования показали, что для обеспечения нормативного времени обслуживания транспортных средств перед ПЭ (ОЭ) необходимо управлять либо входными потоками, регулируя величину λ , либо производительностью ПТС склада путем варьирования заложенной еще на этапе проектирования резервной мощностью μ_p . Можно также осуществлять комбинированное управление. Критерием качества обслуживания являются интегральные (коэффициенты загрузки и простоя оборудования) и экстремальные показатели функционирования складского комплекса (количество заявок, обслуженное за сверхнормативное время, и количество заявок N , превысивших нормативное значение длины очереди Z_n) рис. 3.

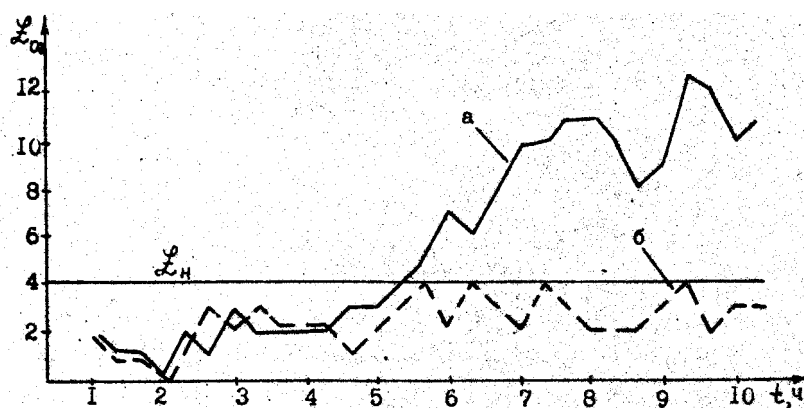


Рис. 3 – Динамика очереди транспортных средств перед экспедициями склада при отсутствии (а) и наличии дополнительных каналов ПТС (б) в течение смены;

Пороговое значение длины очереди ($Z_{оч.пор}$), при котором осуществляется увеличение пропускной способности поточно-транспортной системы, определяется следующим образом:

$$Z_{оч.пор} = Z_n + 1$$

т.е. при повышении нормативной величины очереди Z_n на единицу.

Величину Z_n найдем по формуле:

$$Z_n = \lambda \cdot t_n \cdot K_0,$$

где t_n – время обслуживания, определяемое существующими нормами времени простоя автомашин под погрузочно-разгрузочными операциями [2];

K_0 – количество основных каналов обслуживания.

Используя методы логистического менеджмента можно управлять производительностью ПТС склада и тем самым улучшить использование производственных мощностей. С целью реализации приведенных принципов проектирования ПТС при моделировании работы транспортно-складского комплекса коллективного пользования для предприятий пищевой промышленности предлагается пакет программ. Комплекс ориентирован на широкий круг пользователей, не являющихся специалистами в области программирования. Это достигается за счет применения в качестве входного языка некоторой стандартной формы описания элементов СМО.

Разработаны алгоритмы оптимального управления производительностью оборудования приемно-отпускных экспедиций складов с учетом резервной мощности ПТС. С целью нахождения экстремальных показателей, характеризующих качество функционирования ПТС склада, разработан комплекс программ, который дополнительно позволяет установить в динамике количество действующих каналов обслуживания, моменты времени подключения в к обработке грузов резервной производительности ПТС, длины очередей перед фазами и другие показатели.

Как показали данные имитационных экспериментов реальных грузопотоков, динамика транспортных средств перед экспедициями склада при отсутствии дополнительных каналов ($\mu_r=0$) (а) характеризуется тенденцией $Z_{оч}$ к росту (см. рис. 3). При подключении к обслуживанию заявок резервной мощности ПТС очередь $Z_{оч}$ стабилизируется (б) и соблюдается условие $t_{обс} \leq t_n$ ($t_{обс}$ – фактическое время обслуживания). Прямая (в) характеризует уровень нормативной очереди Z_n при заданных значениях λ и μ .

Подход к проблеме с позиций логистики дал возможность минимизировать время простоя транспортных средств, осуществляющих поставку сырья и доставку продукции потребителям, выделить материальный сырьевой поток, определить основные направления его движения.

Пакет программ моделирования складов как элементов логистических систем апробирован на содовых производствах Харьковской области.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что управление работой складских комплексов, как логистических систем, позволяет при вероятностном характере грузопотоков практически обеспечить нормативное время обслуживания транспортных средств и на 15-20% сократить издержки от их простоя в очереди перед приемно-отпускными экспедициями в ожидании обработки и непосредственно на обслуживании.

Выводы

Исходя из принципов логистического менеджмента, при управлении складской ПТС следует:

1. Внедрять на пищевых предприятиях логистические службы, основной функцией которых является управление материальными и совокупными потоками.
2. Использовать систему контроля за состоянием запасов с учетом конкретных условий производства и хранения материальных ресурсов;
3. Первую фазу ПТС строить как управляемую, т.е. предусматривать резервную производительность (в виде резервных каналов – расширенных погрузочно-разгрузочных фронтов с соответствующим оборудованием (погрузчиками, кранами-штабелерами, конвейерами и т.д.) или варьируемой производительностью μ каждого канала при их минимальном общем числе).
4. Для предотвращения блокировки первой фазы непосредственно после нее предусматривать накопительную емкость.
5. Производительность и возможность управления в последующих фазах корректировать с величиной первой и последующих накопительных емкостей.

Литература

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. - М.: ИВЦ «Маркетинг», 1998. – 228 с.
2. Жуковский Э.И., Чабаров В.А. Комплексная механизация и автоматизация складского хозяйства. К.: Техніка, 1993. – 120 с.
3. Седікова І.О., Шевченко З.І. Підвищення організаційної стійкості підприємств зернопереробної галузі. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету, 2001. Дніпропетровськ – С. 68-70

РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ВИРОБНИЦТВ

Лобода Ю.Г., канд. пед. наук

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто тенденції використання комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх предметна галузь. Проведено аналіз публікацій щодо визначення концепції комп'ютерно-інтегрованого виробництва, основних принципів його розвитку.

The article deals with the use of computer-integrated technologies, their subject areas. The analysis of publications on the definition of the concept of computer-integrated manufacturing, the basic principles of its development.

Ключові слова: виробництво, комп'ютерно-інтегроване виробництво, технології, комп'ютерно-інтегровані технології, системи.

Вступ. Стратегія розвитку промисловості на період до 2020 року визначає шляхи створення сучасного високоефективного, інтегрованого у світове виробництво, здатного до саморозвитку промислового комплексу, який за своїми основними показниками відповідатиме аналогічним утворенням найбільш розвинених країн світу і забезпечуватиме внутрішні потреби та експорт на рівні, необхідному для життєдіяльності та незалежності регіону, потреб держави. Опанування передовими технологіями та їх використання є найважливішою детермінантою національної безпеки та розквіту економіки будь-якої країни. Перевага країни у технологічній галузі зумовлює її пріоритетні позиції на світовому ринку й збільшує її оборотний потенціал. Рівень технічного розвитку держави здебільшого визначають за рівнем розвитку критичних технологій, що мають, як правило, характер технологій подвійного використання.

Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні сутності понять "комп'ютерно-інтегроване виробництво", "комп'ютерно-інтегровані технології", визначенні основних принципів розвитку комп'ютерно-інтегрованого виробництва, предметної галузі використання комп'ютерно-інтегрованих технологій та виокремленні їх основних складових.

Матеріали і методика досліджень. До критичних базових технологій подвійного використання належать технології, розробка та використання яких відіграє значну роль при досягненні національних ідей як у галузі безпеки, так і у галузі економічного та соціального розвитку країни [1].

Процес розвитку базових технологій у країнах різний та нерівномірний. Сьогодні США, Європа та Японія – це країни з високим рівнем розвитку технологій. Ці країни "тримають у руках" ключові технології та забезпечують собі стійке положення на міжнародних ринках готової продукції.

У 1997 році за ініціативою провідних промислових держав у межах усесвітньої програми "Інтелектуальні виробничі системи" (IMS – Intelligent Manufacturing Systems) почався збір і аналіз інформації про найбільш важливі проекти та події останніх років, орієнтований на створення нового покоління виробничих систем і технологій на основі спільних досліджень і розробок науково-практичних проектів за всіма аспектами автоматизації, інтеграції та інтелектуалізації виробництва.

У галузі промислових технологій дослідження інтеграції виробничих процесів і управління ними на різних підприємствах почали проводити в 60-х роках ХХ століття. Англійська дослідниця Джоан Вудворд класифікувала промислові технології залежно від ступеня технічної складності (механізації) виробничих процесів і участі людей у них. Вона виокремила три типи технологій: дрібносерійна, масова, безперервна [2].

До початку 90 –х років здійснена досить повна комп'ютеризація окремих етапів процесу проектування та виробництва виробів. Задумана як єдиний комплекс, САПР містить такі підсистеми, що забезпечують розв'язання окремих напрямів вихідної задачі [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10]:

- САПР – система автоматизованого проектування (CAD – Computer Aided Design);
- АСТПП – автоматизована система технологічної підготовки виробництва (CAM – Computer Aided Manufacture);
- АСНД – автоматизована система наукових досліджень (CAE – Computer Aided Engineering);
- СУБД – системи управління базами даних, СЕО – системи експертних оцінок (PDM – Product Data Manager);
- АСУП – автоматизована система управління підприємством (ERP – Enterprise Resources Planning).

У єдності створені системи забезпечували розробку проектної, конструкторської та технологічної

документації, інженерний аналіз проектних характеристик і параметрів виробів, збереження, управління пошуком, аналіз інформації, пов'язаної з проектуванням і виробництвом, планування та керівництво ресурсами підприємства.

У результаті постала необхідність створення єдиної інформаційної системи, що забезпечує весь життєвий цикл виробу, що містить такі основні етапи: проектно-конструкторська розробка; технологічна підготовка виробництва; виготовлення продукції; апробація: сертифікація, експлуатація, утилізація.

Так, сформульована у другій половині минулого століття задача розробки САПР, до початку теперішнього століття трансформувалася в задачу створення комп'ютерно-інтегрованих CALS-технологій (CALS, Continuous Acquisition and Life cycle Support – безперервна підтримка постачання та життєвого циклу виробу). Найголовнішою особливістю CALS-технологій є не локальна, а інтегрована комп'ютеризація, забезпечена єдиним інформаційним середовищем, що ґрунтується на електронному документообороті [11].

В індустріально розвинених країнах уже стали стійкими ідеологія та термінологія, пов'язані з впровадженням та використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій у виробництві. Ідея комп'ютерно-інтегрованих CALS-технологій зародилася в надрах військово-морського відомства США. Її розуміли як єдину стратегію держави та промисловості, скеровану на перетворення існуючих систем виробництва в єдиний автоматизований комплекс, що охоплює стадії розробки, виробництва, експлуатації та подальшої утилізації систем озброєння [12, с. 73].

Виробництво – це процес організації та виготовлення продукції.

Комп'ютерно-інтегроване виробництво – вища форма розвитку виробництва, що ґрунтується на поєднанні інформаційних технологій і технологій матеріального виробництва [13, с. 11].

Комп'ютерна та автоматизована асоціація систем і суспільства інженерів-технологів (CASA/SME – Computer and Automated Systems Association / Society for Manufacturing Engineers) комп'ютерно-інтегроване виробництво розуміє як інтеграцію повного промислового підприємства під час використання інтегрованих систем і передачі даних одночасно з новою організаційною філософією, що поліпшує організацію і ефективність персоналу.

Згідно з Wikipedia (the free encyclopedia), комп'ютерно-інтегроване виробництво – метод виробництва, в якому всім виробничим процесом керує комп'ютер. Комп'ютерно-інтегровані технології використовують, щоб описати повну автоматизацію заводу-виробника з усіма процесами, що відбуваються в реальному часі під комп'ютерним контролем і цифровою інформацією, що об'єднує їх [14].

У системі управління і планування виробництвом комп'ютерно-інтегроване виробництво передбачає інтеграцію всіх підсистем системи управління: управління постачанням, проектуванням і підготовкою виробництва; планування і виготовлення; управління виробничими ділянками та цехами; управління транспортно-складськими системами; управління забезпеченням устаткуванням, інструментом і оснащенням; систем забезпечення якості, збуту, а також фінансових підсистем.

У контексті загального завдання управління підприємством можна виокремити такі види інтеграції [16, с.73]:

- функціональна – єдність і узгодженість виконання технологічних і виробничо-господарських функцій;
- організаційна – взаємодія оперативного-технологічного персоналу на різних рівнях управління;
- програмна – використання погодженого і взаємозв'язаного програмного забезпечення;
- інформаційна – комплексний підхід до створення єдиної інформаційної бази для забезпечення інформаційної взаємодії всіх компонентів у системі управління;
- технічна – єдина структура для підвищення ефективності функціонування автоматизованого комплексу.
- Створення комп'ютерно-інтегрованого виробництва передбачає вирішення проблем, пов'язаних з:
 - інформаційним забезпеченням (збором і накопиченням інформації як всередині окремих підсистем, так і в центральній базі даних);
 - обробкою інформації (стиківкою й адаптацією програмного забезпечення різних підсистем);
 - зв'язком підсистем (створенням інтерфейсів, тобто стиківкою апаратних засобів ЕОМ, зокрема використанням обчислювальних систем).

Основні етапи комп'ютерно-інтегрованого виробництва встановив Н.Н. Труєвцев [10]. Перший етап – сертифікація об'єкта, яким є естетичний, художньо-комп'ютерний дизайн, що спирається на малюнок, колір, стиль, моду. Другий етап – комп'ютерний інжиніринг, тобто інженерний дизайн, проектування виробу, його структури та властивостей. Третій етап – комп'ютерне планування, складання плану виробництва, вибір устаткування. Четвертий – створення комп'ютерної "лінії балансу", що забезпечує оптимізацію використання виробничих ресурсів, баланс сировини, розрахунок собівартості тощо. П'ятий етап – контроль технологічних процесів, що забезпечує слідкування за технологічними параметрами виробниц-

тва тощо. Шостий – комп'ютерна науково обґрунтована експертиза результатів технологічного процесу, яка лежить в основі системи оцінки якості продукції та аналізу дефектів й автоматизованого коректування параметрів технологічних процесів.

На думку А.П. Ладанюка, "...комп'ютерно-інтегроване виробництво це швидше концепція, конструктивна ідея для створення ефективних виробничих процесів і управління ними" [16, с. 74].

Концепція комп'ютерно-інтегрованого виробництва насамперед передбачає використання відкритої архітектури, спільної бази даних, апробованих програмно-технічних засобів і міжнародних стандартів.

Таким чином, основна тенденція розвитку комп'ютерно-інтегрованого виробництва пов'язана з інтеграцією передових інформаційних технологій довкола життєвого циклу продукції підприємства. Ядром концепції комп'ютерно-інтегрованого виробництва є віртуальне підприємство. Віртуальне підприємство – підприємство, до складу якого входять співтовариства географічно віддалених працівників, які взаємодіють у процесі виробництва, використовуючи переважно електронні засоби комунікацій. Імовірно, що виробництва майбутнього будуть повністю інтегрованими в просторі.

Створення віртуального підприємства передбачає інтеграцію унікального досвіду, виробничих можливостей і передових технологій кількох підприємств-партнерів довкола деякого проекту, який вони не можуть виконати окремо. Це, наприклад, утворення європейського консорціуму AIRBUS Industries, що виробляють аеробуси А-310, об'єднання зусиль фірм Apple і Sony при роботі над проектом Powerbook, а також партнерство компаній AT&T, Marubeni Trading Co і Matsushita Electric Industrial Co при проектуванні комп'ютера (notebook) Safari.

Учені [16; 17; 18; 19; 20] виокремили такі основні принципи розвитку комп'ютерно-інтегрованого виробництва:

— комплексна автоматизація – означає автоматизацію всіх етапів життєвого циклу продукції за всіма виробами, що виготовляє підприємство. Пріоритетною є ефективна організація інформаційних потоків, що дозволяють за менших фінансових витрат скоротити час виконання замовлень і забезпечити надійність їх виконання;

— комп'ютерна інтеграція – єдність середовищ (методичного, організаційного, інформаційного, програмного, технічного), що охоплюють усі системи автоматизації та етапи життєвого циклу продукції;

— системна інтеграція – комплексний підхід до автоматизації проектування, виробництва і створення (корпоративних) інформаційних мереж. Для забезпечення системної інтеграції розроблені й впроваджені спеціальні технології, наприклад: графічний інтерфейс для розробки систем управління GUI – Graphic User Interface; методи об'єктно-орієнтованого програмування і зв'язків між програмами OLE – Object Linking and Embedding у середовищі Windows тощо. До системної інтеграції належить також інтеграція на рівні баз даних (формування бази даних, отримання даних, їх перетворення, репрезентація, використання способів комунікації);

— інтелектуалізація – означає: розробку й використання методів і моделей штучного інтелекту при вирішенні всіх функціональних завдань на всіх етапах життєвого циклу продукції; проектування не лише об'єктів, а й процесів розробки; уніфікацію створення та репрезентації моделей виробничої діяльності підприємства із залученням обробки знань; використання баз знань й інтелектуальних програм під час проектування й управління виробництвом; організацію безперервного накопичення знань, що використовуються у виробничій діяльності підприємства (підтримка процесів навчання та самоосвіти); розподіл на кожному робочому місці знань між людиною і машиною для вирішення певних виробничих завдань.

— індивідуалізація – передбачає організацію кожного робочого місця, формування баз даних і знань, орієнтованих на конкретного фахівця як користувача;

— спеціалізація – означає наочну та виробничу орієнтацію та урахування специфіки підприємства при створенні систем автоматизації;

— реінжиніринг – це не просто вживання нових інформаційних технологій для автоматизації виробництва, а комплексний підхід, у якому змінюється структура управління, по-новому організуються інформаційні потоки, застосовуються нові методи інтенсифікації виробництва.

— технологічний трансфер передбачає розробку і впровадження комп'ютерно-інтегрованих структур, які використовують найбільш прогресивні методи з урахуванням світового досвіду, що дозволяє модернізувати виробництво і перейти завдяки інформаційним технологіям на випуск конкурентоздатної продукції при обмежених інвестиційних ресурсах.

Автоматизовані виробничі системи, зокрема комп'ютерно-інтегроване виробництво, належать до класу складних (і надскладних) систем. Вони мають такі ознаки, як: унікальність кожної реалізації, множинність, різноманітність систем і підсистем, що входять до їхнього складу, випадковість і невизначеність процесів (чинників), що діють в них, нечіткість постановки завдань, непередбачуваність наслідків тощо.

Звертаючись до науково-технічного змісту комп'ютерно-інтегрованих технологій, виокремимо основні й тісно взаємопов'язані складові [20; 21; 22; 23; 24; 25; 26].

1. Ядром комп'ютерно-інтегрованих технологій є CAD/CAE/CAM/ PDM-технології (Computer Aided Design / Engineering / Manufacturing; Product Data Management), у яких традиційний, послідовний підхід до розробки нових виробів заміщено принципово новим, інтегрованим підходом, що отримав назву "паралельне проектування" (concurrent engineering). В основі цієї технології ідея поєднаного в часі комп'ютерного проектування виробу (CAD), виконання багатоваріантних інженерних розрахунків (CAE, комп'ютерний інжиніринг – наукомістка складова CAE-технологій) і технологічної підготовки виробництва (CAM), що дозволяє використовувати проектні дані, починаючи з ранніх стадій проектування та інженерного аналізу, одночасно різними групами спеціалістів (PDM).

2. ERP-технології (ERP, Enterprise Resource Planning) – це технології управління підприємством та планування ресурсів, призначені для розв'язання всього спектру організаційно-технічних задач виробництва. Ці задачі можна розв'язати за допомогою використання багатокористувальницьких баз даних у межах єдиного інформаційного середовища підприємства та/або галузі промисловості.

3. Технології інтегрованої логістичної підтримки (ILS, Integrated Logistic Support), що забезпечують інформаційну підтримку експлуатації, обслуговування та ремонту виробів.

Сьогодні в процесі розробки високотехнологічної конкурентоспроможної продукції домінують є наукомісткі комп'ютерно-інтегровані технології – програмні системи комп'ютерного інжинірингу CAE-системи. Актуальність використання CAE-технологій у вітчизняній промисловості зумовлена тим, що фірми-лідери світу три останніх десятиріччя у своїх пріоритетних розробках ефективно використовують наукомісткі CAE-технології інженерного аналізу; серед таких фірм насамперед слід назвати BMW, Boeing, Daimler-Chrysler, FIAT, Hitachi, IBM, Intel, LG Electronics, NASA, Samsung, Siemens, Toyota тощо. Та ж тенденція на підприємствах високотехнологічного машинобудівельного, авіаційного комплексу, де активно впроваджують і використовують CAD/CAM і CAE-технології для виробництва нової та конкурентоспроможної продукції.

Для сучасного ринку наукомісткого програмного забезпечення характерним є те, що розробники програмного забезпечення – транснаціональні корпорації перебувають в умовах жорсткої конкуренції, у результаті якої майже кожен рік на ринку з'являються нові й усе більш складні щодо опанування версії CAE-систем.

Розглянемо предметну галузь використання комп'ютерно-інтегрованих технологій, на прикладах програмних систем інженерного аналізу (CAE-системи), представлених на світових фірмах-лідерах:

— ANSYS, MSC/NASTRAN – для розв'язання лінійних і нелінійних, стаціонарних і нестаціонарних просторових задач механіки деформованого твердого тіла й механіки конструкцій, задач механіки рідини й газу, теплопередачі й теплообміну, електродинаміки, акустики;

— LS-DYNA, ABAQUS – для розв'язання задач про сильно нелінійні та швидкоплинні процеси в деформованих середовищах, для розв'язання просторових динамічних нелінійних задач контактної взаємодії (наприклад, краш- і дроп- тести), розв'язання задач технологічної механіки;

— Fluent, STAR-CD – для розв'язання трьохмірних задач механіки рідини та газу (стаціонарні й нестаціонарні протікання, ламінарні й турбулентні протікання з вільними поверхнями; багатофазові потоки, облік кавітації, хімічні реакції тощо);

— ADAMS – для розв'язання задач кінематичного й динамічного моделювання, аналізу (зокрема й у реальному масштабі часу) складних механічних систем, що застосовують в авіаційній, космічній, автомобільній, залізничній та інших галузях промисловості.

Отже, комп'ютерно-інтегровані технології, засновані на використанні цих програмних систем і підсистем, є базовими критичними технологіями, тобто технологіями, що лежать в основі створення широкого спектру наукомісткої продукції.

Проаналізуємо "Перелік критичних технологій" [27]:

— CAE-технології засновані на критичній технології "Інформаційні технології та системи штучного інтелекту (машинний збір і оброблення зображень, обробка й розуміння мови, експертні системи та системи підтримання прийняття рішень)" і є інструментарієм для проведення математичного моделювання та обчислювального експерименту на основі принципово нових математичних моделей, містять ефективні кількісні методи реалізації таких моделей, алгоритми яких адаптовані до архітектури сучасних ЕОМ.

— CAE-технології тісно пов'язані з критичною технологією "Інтелектуально високі технології керування рухомими об'єктами", оскільки орієнтовані на ефективне використання обчислювальних систем підвищеної обчислювальної потужності, містять підсистеми автоматизації розпаралелювання обчислень і є прикладними програмними комплексами для розв'язання актуальних прикладних задач високої складності.

— CAE-технології здійснюють вплив і на інші критичні технології "Нові лазерні технології, лазерна техніка для технологічних цілей", "Технології виробництва оптичних матеріалів для електроніки", "Технології очищення вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання", "Технології безлюдного високопродуктивного видобутку вугілля з тонких і похилих пластів з використанням сімейства автоматизованих модуль-

но-поєднаних комплексів нового покоління", "Технології принципово нових конкурентоспроможних рідинно-кристалічних засобів відображення інформації".

На жаль, програма критичних технологій в Україні була призупинена в 2006 році, на відміну від Росії й Білорусії, де критичні комп'ютерно-інтегровані CALS-технології є базою корінної технологічної перебудови всієї промислової та науково-технічної галузі.

У ситуації, що склалася, необхідно ефективно використовувати технологічні досягнення інших розвинених країн, розвивати технологічну співдружність та прагнути максимально широкої кооперації та міжнародному розподілу праці, ураховуючи динаміку цих процесів у всьому світі. Необхідно розуміти, що передові в технологічній сфері країни вже створили єдиний технологічний простір. Тому, спираючись на міжнародну співпрацю та розподіл праці, потрібно оволодівати низкою технологій – критичних технологій, що забезпечують обороноспроможність та безпеку країни, а також забезпечують конкурентоспроможність вітчизняної наукомісткої продукції на міжнародному ринку.

Висновки. Підсумуємо все зазначене вище.

1. Комп'ютерно-інтегровані технології є основою для створення інтегрованого інформаційного середовища, що об'єднує всі процеси життєвого циклу продукції для підвищення їхньої ефективності та конкурентоспроможності продукції.

2. Комп'ютерно-інтегровані CALS-технології призначені для розробки та створення в найближчі строки нових конкурентоспроможних виробів та продукції за допомогою електронного обміну даними за всіма ланцюгами Замовник → Розробник → Постачальник → Користувач.

3. Визначення CALS-технологій як інтегрованих зумовлено широкою інтеграцією за допомогою сучасних телекомунікаційних технологій основних ресурсних складових – обчислювальних та інформаційних.

4. Комп'ютерно-інтегровані технології насамперед підтримують розробку віртуальних підприємств, утворених з автономних робочих одиниць, які об'єднані спільною метою й функціонують у середовищі, що швидко й часом непередбачено змінюється.

Література

1. Федоров М.П. САЕ-технологии – критические технологии Российской Федерации: материалы VI Всероссийской конф. по проблемам науки и высшей школы [Фундаментальные исследования в технических университетах], (Санкт-Петербург, 6 июня 2002г.) / М.П. Федоров, А.И. Боровиков, Ю.Я. Болдырев. – Труды СПбГПУ. – Т.1. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – С. 17-24.
2. Woodward J. Industrial Organization: Theory and Practice. – London: Oxford University Press, 1965.
3. Благовещенская М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами: учеб. для вузов / М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин. — М.: Высш. шк., 2005.— 768 с.
4. Верников Г. Внедрение системы автоматизации: основные проблемы и задачи / Г. Верников // Антикризисный менеджмент. – 2005. – № 10. – С. 43-47.
5. Дайл Бран. Автоматизированное проектирование и производство. На чаше весов / Бран Дайл // ММ. Деньги и технологии. – 2005. – № 10-11. – С. 34-35.
6. Егоров С. Создание интегрированных структур в высоко технологическом комплексе / С. Егоров, С. Маринин // Экономист. – 2004. – № 6. – С. 29-34.
7. Клименко П. Система компьютерно-интегрированного управления лечебно-профилактическими учреждениями / П. Клименко // Персонал. – 2004. – № 5. – С. 73-77.
8. Копосов В.Н. САПР технологических процессов [Электронный ресурс] / В.Н. Копосов. – Режим доступа: <http://elib.ispu.ru/library/lessons/koposov2/>
9. Тарасов В.Б. Концепция мета кип: от компьютерно-интегрированного производства к internet/intranet-сетям предприятий / В.Б. Тарасов // Программные продукты и системы. – 1998. – № 3. – С. 19-22.
10. Труевцев Н. Обновление оборудования – необходимое условие прогресса [Электронный ресурс] / Н. Труевцев // В мире оборудования, 3 (32), 28.02.2003. – Режим доступа: <http://www.textilepress.ru/print.php?id=1549>
11. CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная поддержка поставок и жизненного цикла изделия) в авиастроении / [научн. ред. А.Г. Братухина]. – М.: Изд-во МАИ, 2002. – 676 с.
12. Лоханский Я.К. Компьютерные технологии инженерного анализа в промышленности и проблемы подготовки кадров / Я.К. Лоханский // Подготовка и переподготовка специалистов. – М.: Московский государственный индустриальный университет, 2005. – № 4. – С.71-83.
13. Крыжачковский Н.Л. Компьютерные технологии для повышения качества подготовки специалистов / Н.Л. Крыжачковский // Экономика та держава. – 2005. – № 5. – С. 10-12.
14. Computer Integrated Manufacturing – Wikipedia, the free encyclopedia [Электронный ресурс]. – Режим

- доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_Integrated_Manufacturing#CIM
15. APICS – The Association for Operations Management [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.apics.org/APICS/>
 16. Ладанюк А.П. Управление технологическими комплексами в компьютерно-интегрированных системах / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, В.Д. Кишенько // Проблемы управления и информатики. – 2000. – №2. – С. 72-79.
 17. Полетаев В.А. Компьютерно-интегрированные производственные системы: учеб. пособие / В.А. Полетаев– Кемерово: Гу КузГТУ, 2006. – 199 с.
 18. Ойхман Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии / Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 336 с.
 19. Литвинский С. Сетевые решения. "Горячая точка" промышленной автоматизации / С. Литвинский // ММ. Деньги и технологии. – 2005. – № 10-11. – С. 36-38.
 20. Тарасов В.Б. Концепция мета кип: от компьютерно-интегрированного производства к internet/intranet-сетям предприятий / В.Б. Тарасов // Программные продукты и системы. – 1998. – № 3. – С. 19-22.
 21. Сосонкин В.Л. Системы числового программного управления: учеб. пособие [для студ. высш. уч. завед., получающих образование по спец. "Автоматизация технологических процессов и производств"] / Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. – М.: Логос, 2005. – 296 с. – (Серия "Новая университетская библиотека").
 22. Романенко В.Д. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микроЭВМ: [учеб. пособие по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств", "Автоматика и управление в технических системах", "Прикладная математика"] / В.Д. Романенко, Б.В. Игнатенко. – Киев: Вища шк., 1990. – 334 с.
 23. Поворознюк А.И. Архитектура компьютеров. Архитектура микро-процессорного ядра и системных устройств: учебное пособие / А.И. Поворознюк. – [Ч. 1]. – Харьков: Торнадо, 2004.– 355 с. – (Серия "Внесерийное издание").
 24. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник [для студентов высш. учеб. заведений] / Александр Иванович Кондаков. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 272 с. – (Высшее профессиональное образование).
 25. Компьютерное моделирование бизнес-процессов: учебное издание / [Сериков А.В., Титов Н.В., Белоцерковский А.В. и др.] – Харьков: Бурун Книга, 2007. – 304 с.
 26. Федоров М.П. САЕ-технологии – критические технологии Российской Федерации: материалы VI Всероссийской. конф. по проблемам науки и высшей школы [Фундаментальные исследования в технических университетах], (Санкт-Петербург, 6 июня 2002г.) / М.П. Федоров, А.И. Боровиков, Ю.Я. Болдырев. – Труды СПбГПУ. – Т.1. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – С. 17-24.
 27. Кабінет Міністрів України. Постанова. Положення від 19.02.1996 № 216. Про затвердження державної підтримки міжнародного співробітництва у сфері високих і критичних технологій. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=216-96-%EF&chk=4/UMfPEGznhhHRK.Zi/iju4mNI41ws80msh8Ie6>.

УДК 664:678

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЦЕПТУР С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Вольф Е. Ю., ассистент, Птичкина Н.М., д-р хим. наук, профессор,
Евпатченко Ю.В., ассистент
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

Рассмотрена целесообразность применения методики математического моделирования и планирования при составлении рецептур сухих смесей для производства мучных изделий. Изучены параметры оптимизации, найдены факторы, определяющие ход технологического процесса, построена математическая модель. Установлена хорошая корреляция теоретических и практических данных.

Expediency of application of mathematical modelling and planning technique in development of recipes of dry mixes for production of flour-based products is considered. Optimization parameters are studied, the factors

which determine the course of technological process are found, the mathematical model is constructed. Good correlation between theoretical and practical data is established.

Ключевые слова: планирование, эксперимент, порошок, топинамбур, мучные изделия

Перед ошибками захлопываем дверь.
В смятенье Истина: «Как я войду теперь?»
Р. Тагор. Искры.

В настоящее время в мире разрабатывается множество новой разнообразной продукции. На пути её создания перед специалистами встаёт ряд сложнейших задач, для решения которых экспериментатору требуются большие трудо- и времязатраты. Мысль о том, что эксперимент можно планировать восходит к глубокой древности. Планирование эксперимента делает поведение исследователя целенаправленным и организованным, существенно способствует повышению производительности его труда и надёжности полученных результатов. Применение в работе методики математического планирования и моделирования эксперимента позволяет значительно снизить число повторностей проводимых опытов, выбрав кратчайший путь к оптимуму [1,2].

Накоплен большой опыт применения планирования эксперимента в самых различных областях деятельности – в научных и научно-технических исследованиях, в практике промышленного эксперимента, осуществляемого непосредственно в заводских цехах, в сельском хозяйстве. Сама по себе математика не создает кулинарную продукцию и не управляет производством. Однако ее использование позволяет резко поднять уровень технологической науки, находить наилучшие технические решения, разрабатывать сложные технологические схемы и системы управления кулинарными процессами, решать насущные экономические задачи [3].

Целью нашего исследования является определение оптимальной рецептуры сухой смеси для производства мучных изделий.

В состав разработанной нами смеси входили мука пшеничная и порошок топинамбура в различных пропорциях.

При планировании эксперимента важно определить параметр, который нужно оптимизировать. Необходимо чтобы он отвечал ряду требований: был количественным, однозначным, универсальным, легко вычисляемым, имел физический смысл.

В качестве параметров оптимизации выбраны такие хлебопекарные свойства смеси как устойчивость и отношение упругости к растяжимости теста.

Результаты экспериментального исследования представлялись нами в виде матрицы планирования и результатов опытов, расчётов ошибок параллельных опытов и дисперсии параметра оптимизации, где D_3 – количество вносимого порошка топинамбура, г; M_3 – количество вносимой муки пшеничной, г; T – устойчивость теста, мин; G – отношение упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура; x_1 – количество добавки, г x_2 – количество муки, г.

Графическая интерпретация уравнения в натуральном виде (1), полученного нами с помощью уравнения регрессии (2), в виде поверхности равного отклика позволила построить факторную область оптимальных режимов, обеспечивающих устойчивость теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура в пределах 2,0-6,0 мин (рис.1).

$$T = 6,96 - 0,41D_3 + 0,01D_3M_3 - 0,10M_3 \quad (1)$$

$$y_1 = 3,925 - 0,775x_1 + 1,125x_2 - 0,3875x_1x_2 \quad (2)$$

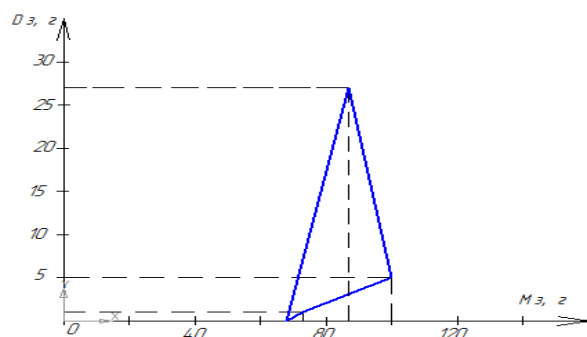


Рис.1 – Графическая интерпретация функции влияния вносимых компонентов на устойчивость теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура

Анализ физического смысла факторной области показал:

- верхняя граница факторной области соответствует совокупности режимов, позволяющих получить верхние значения устойчивости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура (6,0 мин);
- нижняя граница факторной области соответствует совокупности режимов, позволяющих получить нижние значения устойчивости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура (2,0 мин);
- любая точка внутри факторной области обеспечит содержание компонентов, входящих в рецептуру сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура, позволяющее получить показатель устойчивости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура в пределах от 2,0 до 6,0 мин;
- боковые поверхности, ограничивающие факторную область, определяются границами изменения факторов.

Графическая интерпретация уравнения в натуральном виде (3), полученного нами с помощью уравнения регрессии (4), в виде поверхности равного отклика позволила построить факторную область оптимальных режимов, обеспечивающих отношение упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура в пределах 1,5-2,6 (рис.2).

$$G = -2,55 + 0,23D_3 - 0,01D_3M_3 + 0,01M_3 \quad (3)$$

$$y_2 = 2,75 + 0,4755x_1 - 0,2755x_2 - 0,475x_1x_2 \quad (4)$$

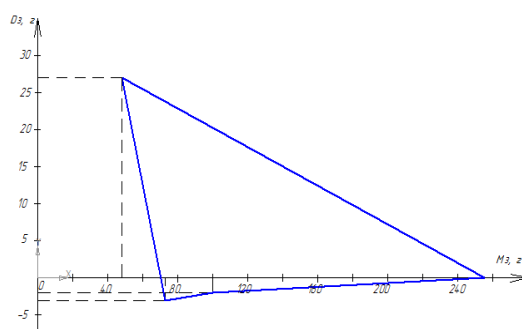


Рис. 2 – Графическая интерпретация функции влияния вносимых компонентов на отношение упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура

Анализ физического смысла факторной области показал:

- верхняя граница факторной области соответствует совокупности режимов, позволяющих получить верхние значения отношения упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура (2,6);
- нижняя граница факторной области соответствует совокупности режимов, позволяющих получить нижние значения отношения упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура (1,5);
- любая точка внутри факторной области обеспечивает содержание компонентов, входящих в рецептуру сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура, позволяющее получить значения отношения упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура в пределах от 1,5 до 2,6;
- боковые поверхности, ограничивающие факторную область, определяются границами изменения факторов.

Графическое решение систем уравнений (2,4) представлено на рис. 3. Оно определяет границы факторной области множества оптимальных количественных значений компонентов сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура.

Для разработки технологического процесса необходимо из множества значений выбрать одну рекомендуемую точку внутри факторной области, равноудалённую от её границ с учётом возможных погрешностей в работе контрольно-измерительной аппаратуры и возможных отклонений весовых значений компонентов. Координаты такой точки: $M_3=87,5$ г; $D_3=12,5$ г. Внесение данных компонентов в рецептуру сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура в таком количестве обеспечивает лучшие показатели устойчивости и отношения упругости к растяжимости теста сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура.

Вывод. С помощью методики математического моделирования и планирования эксперимента определена оптимальная рецептура сухой смеси для производства мучных изделий.

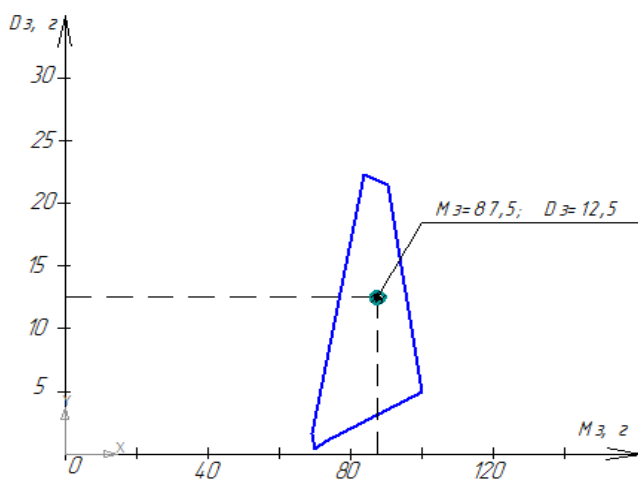


Рис. 3 – Факторная область рациональных значений внесения компонентов сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура

Литература

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.– М.: Наука,1976.– 279 с.
2. Дерканосова, Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум: учеб. пособие /Н.М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина; Воронеж. Гос. технол.акад. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 196 с.
3. Серафимов Л.А. Роль математики в химии и химической технологии // Л.А. Серафимов, А.К. Фролова, В.С.Тимофеев; Вестник МИТХТ, 2010, т. 5, № 6. – С.3-8.

УДК 519.8

ПРЯМА ТА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Зайченко Ю.П., д-р. техн. наук., професор, Сидорук І. А., студентка
 Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
 Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу», м. Київ

В роботі досліджується проблема формування оптимального інвестиційного портфеля. Зокрема, розглянуто нечітко-множинний підхід (пряма та багатокритеріальна задачі), наведено та проаналізовано результати дослідження для найбільш впливових російських компаній («блакитних фішок»).

The problem of forming an optimal investment portfolio is considered in this article. In particular, fuzzy sets method was considered (direct and multicriterion problem), the results of research were presented and analyzed for the most influential Russian companies ("blue chip share").

Ключові слова: інвестиційний портфель, нечітко-множинний підхід, цінні папери (ЦП), функція приналежності, прибутковість, ризик, невизначеність.

Вступ. Задача ефективного розміщення інвестиційних ресурсів та грамотного управління інвестиційною діяльністю підприємств є особливо актуальною в сучасних умовах глибоких економічних змін та невизначеності, зумовлених фінансовою кризою економіки України, оскільки саме інвестиції виступають найважливішим засобом забезпечення умов виходу з економічної кризи та надійним механізмом соціально-економічних перетворень, формують виробничий потенціал на новій науково-технічній основі, що неодмінно призводить до підвищення якісних показників господарської діяльності.

Ефективні рішення про інвестування базуються на добре організованій інформації, яка може забезпечити глибоку і всебічну оцінку. Відсутність необхідної інформації про ситуацію на фондовому ринку і суміжних з ним галузях економіки, а також адекватної її обробки є однією з найгостріших проблем розвитку ринку цінних паперів та інтенсивної інвестиційної діяльності. Таким чином, у світлі явної недоста-

тності наявних наукових методів для управління фінансовими активами, потрібна була розробка принципово нової теорії управління фінансовими системами, що функціонують в умовах істотної невизначеності. У разі застосування нечітких чисел до прогнозу параметрів від особи, що приймає рішення, потрібно не формувати точкові ймовірності оцінки, а задавати розрахунковий коридор значень прогнозованих параметрів. Тоді очікуваний ефект оцінюється експертом так само, як нечітке число зі своїм розрахунковим розкидом (ступенем нечіткості).

Проблема невизначеності обумовлює застосування в роботі нечітко-множинного підходу, де:

1. Ризик портфеля — це не його волатильність, а можливість того, що очікувана прибутковість портфеля виявиться нижчою за деяку встановлену планову величину.
2. Кореляція активів в портфелі не розглядається і не враховується.
3. Прибутковість кожного активу — це не випадкове нечітке число (наприклад, трикутного або інтервального вигляду). Аналогічно, обмеження на дуже низький рівень прибутковості може бути як звичайним скалярним, так і нечітким числом довільного вигляду.

Постановка задачі

Нехай є фондовою портфель з N активів на інтервалі $[0, T]$. Прогнозний перформанс кожної з компонент портфеля $i = 1, \dots, N$ на момент T характеризується своєю фінальною розрахунковою прибутковістю r_i (оціненою в точці T як відносне збільшення ціни активу за період). Оскільки прибуток від ЦП випадковий, його точне значення в майбутньому невідомо, а ймовірнісний опис такого сорту випадковості не цілком коректний, то в якості опису прибутковості доречно використовувати трикутні нечіткі числа, моделюючи експертне висловлювання наступного вигляду:

«Прибутковість ЦП після закінчення терміну володіння очікувано рівна \bar{r} і знаходиться в розрахунковому діапазоні $[r_1; r_2]$ ».

Таким чином, для i -ого ЦП маємо:

\bar{r}_i — очікувана прибутковість по i -ого ЦП;

r_{i1} — нижня межа прибутковості i -ого ЦП;

r_{i2} — верхня межа прибутковості i -ого ЦП;

$r_i = (r_{i1}, \bar{r}_i, r_{i2})$ — прибутковість i -ого ЦП, трикутне нечітке число.

Потрібно визначити структуру портфеля, яка забезпечить оптимальний рівень прибутковості та ризику. Розглянемо пряму та багатокритеріальну задачу оптимізації.

Пряма задача оптимізації

Для визначення структури оптимального портфеля потрібно знайти розв'язок наступної оптимізаційної задачі: $\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \beta = \text{const}$, де r — прибутковість портфеля, β — рівень ризику,

а x задовольняє умовам $\sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0$. Прибутковість портфеля визначається за формулою

$r = (r_{\min} = \sum_{i=1}^N x_i r_{i1}; \bar{r} = \sum_{i=1}^N x_i \bar{r}_i; r_{\max} = \sum_{i=1}^N x_i r_{i2})$, де $(r_{i1}, \bar{r}_i, r_{i2})$ — прибутковість i -го цінного паперу.

Таким чином, отримуємо наступну задачу оптимізації:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^N x_i \bar{r}_i \rightarrow \max, \beta = \text{const}, \sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0, i = 1, N. \quad (1)$$

Потрібно знайти розв'язок оптимізаційної задачі (1), де β визначається з формул (2) — (4).

$$\beta = \begin{cases} 0, & \text{при } r^* < r_{\min} \\ R \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & \text{при } r_{\min} \leq r^* < \bar{r} \\ 1 - (1 - R) \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & \text{при } \bar{r} \leq r^* < r_{\max} \\ 1, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases}. \quad (2)$$

де

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & \text{при } r^* < r_{\min} \\ \frac{r^* - r_{\min}}{\tilde{r} - r_{\min}}, & \text{при } r_{\min} \leq r^* < \tilde{r} \\ \frac{r_{\max} - r^*}{r_{\max} - \tilde{r}}, & \text{при } \tilde{r} \leq r^* < r_{\max} \\ 0, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

$$R = \begin{cases} \frac{r^* - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}}, & \text{при } r^* < r_{\max} \\ 1, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

Багатокритеріальна задача оптимізації

Для того, щоб визначити структуру оптимального портфеля потрібно вирішити наступну задачу: $\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \beta \rightarrow \min$, де r та β визначаються з формул (2) — (4), а x задовольняє умові $\sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0$.

Прибутковість портфеля $r = (r_{\min} = \sum_{i=1}^N x_i r_{1i}; \tilde{r} = \sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i; r_{\max} = \sum_{i=1}^N x_i r_{2i})$, де $(r_{1i}, \tilde{r}_i, r_{2i})$ — прибутковість i -го ЦП.

Для спрощення задачі приведенемо її до однокритеріальної. Для цього пронормуємо значення прибутковості наступним чином: $\tilde{r}_n = \frac{r_{\max}^1 - \tilde{r}}{r_{\max}^1 - r_{\min}^1}$, $\tilde{r}_n \in [0;1]$, де r_{\max}^1, r_{\min}^1 — відповідно максимальне та мінімальне значення прибутковості компонент портфеля.

Таким чином, отримаємо оптимізаційну задачу в такому вигляді:

$$\begin{aligned} \{w_1 \tilde{r}_n + w_2 \beta(x)\} &\rightarrow \min \\ w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_1 + w_2 &= 1. \\ \sum_{i=1}^N x_i &= 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, N} \end{aligned} \quad (5)$$

Потрібно знайти розв'язок оптимізаційної задачі (5), де β визначається з формул (2) — (4).

Знайдені $x_i \geq 0$ і будуть шуканою структурою портфеля.

Аналіз результатів

Для аналізу результатів розглянемо портфель, що складатиметься з акцій впливових російських компаній, зокрема ВАТ «Газпром» (GAZP), ВАТ «Норильський нікель» (GMKN), ВАТ «Лукойл» (LKON), ВАТ «РусГідро» (HYDR), ВАТ «Полюс Золото» (PLZL), ВАТ «Роснафта» (ROSN), ВАТ «Сбербанк Росії» (SBERP). Виходячи із стану фондового ринку за період з 01.11.2010 р. до 17.12.2010 р. робимо висновки про прибутковість акцій:

- прибутковість акцій GAZP лежить в розрахунковому коридорі [-0,01658; 0,101458], найбільш очікуване значення прибутковості 0,018223;
- прибутковість акцій GMKN лежить в розрахунковому коридорі [-0,00168; 0,098007], найбільш очікуване значення прибутковості 0,02428;
- прибутковість акцій HYDR лежить в розрахунковому коридорі [-0,01531; 0,027094], найбільш очікуване значення прибутковості 0,00567;
- прибутковість акцій LKON лежить в розрахунковому коридорі [-0,4548; 0,076042], найбільш очікуване значення прибутковості 0,000548;
- прибутковість акцій PLZL лежить в розрахунковому коридорі [-0,03024; 0,088158], найбільш очікуване значення прибутковості 0,023299;

— прибутковість акцій ROSN лежить в розрахунковому коридорі [0,02349; 0,052722], найбільш очікуване значення прибутковості -0,01%;

— прибутковість акцій SBERP лежить в розрахунковому коридорі [-0,42907; 0,036324], найбільш очікуване значення прибутковості -0,05083.

Нехай рівень критичної прибутковості дорівнює 2 %. Змінюючи рівень ризику отримуємо результати, представлені в таблицях 1, 2 і на рис. 1.

Таблиця 1 – Структура оптимального портфеля (пряма задача)

GAZP	GMKN	HYDR	LKOH	PLZL	ROSN	SBERP
0,00291	0,9851	0,0025	0,00204	0,00301	0,0028	0,0016
0,0199	0,9165	0,0133	0,01139	0,01942	0,0096	0,0099
0,01623	0,9163	0,007	0,00497	0,01602	0,003	0,0365
0,00877	0,9146	0,0049	0,00473	0,0098	0,0033	0,0538
0,00417	0,8912	0,0068	0,0092	0,00105	0,0144	0,0732
0,00253	0,8742	0,0013	0,00243	0,00202	0,0076	0,1099
0,00031	0,8398	0,0027	0,00014	0,00243	0,0035	0,1511
0,00102	0,7934	0,0017	0,00102	0,00009	0,0027	0,2002
0,00303	0,721	0,002	0,00223	0,00162	0,0022	0,268

Таблиця 2 – Прибутковість оптимального портфеля (пряма задача)

Очікувана прибутковість	Нижня границя	Верхня границя	Рівень ризику
0,02395	-0,0027	0,09754	0,1
0,02255	-0,0077	0,09565	0,2
0,02108	-0,0183	0,09491	0,3
0,01985	-0,0255	0,09402	0,4
0,01792	-0,0339	0,09216	0,5
0,01567	-0,049	0,09073	0,6
0,01276	-0,0664	0,08832	0,7
0,00909	-0,0874	0,0854	0,8
0,00397	-0,1165	0,08119	0,9

Представимо залежність «прибутковість — ризик» графічно.

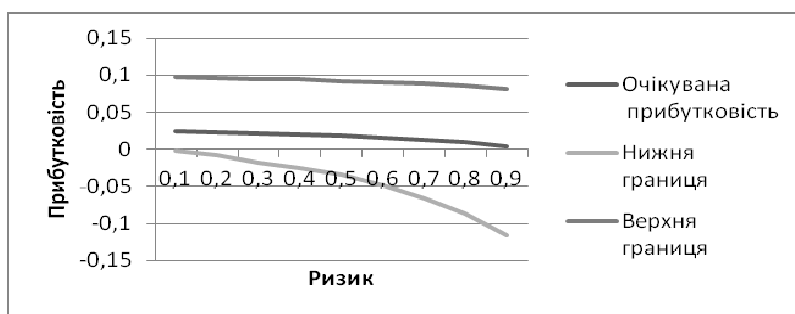


Рис. – 1 Залежність прибутковості портфеля від рівня ризику (пряма задача)

Як можна відмітити з наведеного графіку, залежність «прибутковість — ризик» набуває спадаючого характеру, чим більше ризик — тим менша прибутковість. Це пояснюється тим, що в нечітко-множинному методі під ризиком розуміється ситуація, коли очікувана прибутковість портфеля виявля-

ється нижчою за заданий критичний рівень. Із зниженням очікуваної прибутковості зростає ризик того, що прибуток від портфельних інвестицій опиниться менше критичного значення.

Тепер розглянемо результати, отримані при вирішенні багатокритеріальної задачі. В даному випадку інвестор має змогу задавати значення вагових коефіцієнтів цільової функції. Нехай рівень критичної прибутковості 2 %. Отримані результати представлені в таблицях 3,4 та на рис. 2.

Таблиця 3 – Структура оптимального портфеля (багатокритеріальна задача)

GAZP	GMKN	HYDR	LKOH	PLZL	ROSN	SBERP
0,01802	0,913	0,0165	0,01601	0,0194	0,0163	0,0008
0,01709	0,9111	0,0165	0,01645	0,01996	0,0175	0,0015
0,01517	0,9127	0,0154	0,01583	0,01947	0,0177	0,0038
0,01416	0,9092	0,0152	0,01603	0,01971	0,0186	0,0071
0,0131	0,9065	0,0149	0,01612	0,01979	0,0193	0,0103
0,01199	0,9045	0,0145	0,0161	0,0197	0,0199	0,0133
0,00989	0,9082	0,0131	0,01512	0,01866	0,0196	0,0154
0,00963	0,9025	0,0135	0,01573	0,01906	0,0206	0,019
0,00838	0,9024	0,0128	0,01539	0,01852	0,0208	0,0217

Таблиця 4 – Прибутковість та ризик оптимального портфеля (багатокритеріальна задача)

Очікувана прибутковість	Нижня границя	Верхня границя	Рівень ризику	w1
0,02285	-0,0041	0,09557	0,1747	0,1
0,02275	-0,0045	0,09546	0,1779	0,2
0,02262	-0,0054	0,0954	0,1879	0,3
0,02234	-0,0068	0,09515	0,2011	0,4
0,02209	-0,0082	0,09494	0,2139	0,5
0,02185	-0,0095	0,09475	0,2262	0,6
0,02177	-0,0102	0,09476	0,2363	0,7
0,02144	-0,0118	0,09444	0,2501	0,8
0,02126	-0,0129	0,09432	0,2618	0,9

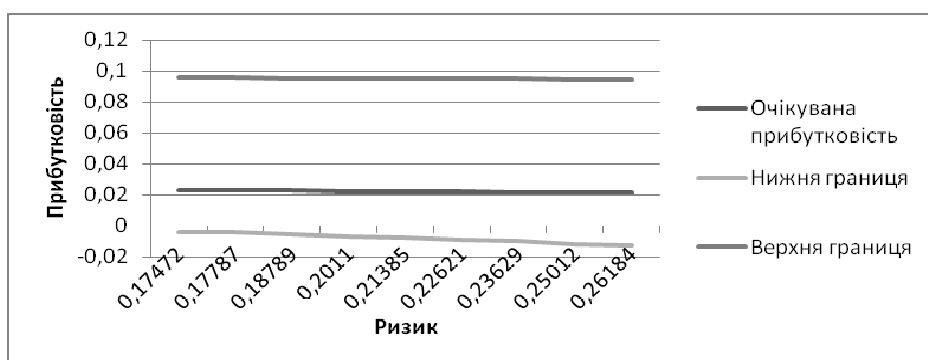


Рис. 2 – Залежність прибутковості портфеля від рівня ризику (багатокритеріальна задача)

З рис. 2 можемо переконалися, що залежність «прибутковість — ризик» знову набуває спадаючого характеру. Крім цього, зі збільшенням вагового коефіцієнту w_1 прибутковість портфеля падає, а рівень ризику зростає. Таким чином, інвестор може регулювати рівень ризику та прибутковості, змінюючи вагові коефіцієнти цільової функції. Це робить систему гнучкою в використанні і дозволяє приймати швидкі та ефективні рішення.

Висновки

Основне питання на якому сфокусована робота — дослідження та аналіз якісно нового підходу до управління фондовим портфелем, заснованого на застосуванні теорії нечітких множин.

В даній роботі було розглянуто пряму та багатокритеріальну задачу. В прямій задачі оптимальний портфель отримуємо шляхом максимізації його прибутковості при фіксованому рівні ризику та критичної прибутковості. При цьому вхідними даними є прибутковості компонент портфеля, задані нечіткими числами трикутного вигляду. В багатокритеріальній задачі оптимальний портфель формується шляхом одночасної максимізації прибутковості та мінімізації ризику. При цьому задаємо рівень критичної прибутковості та значення вагових коефіцієнтів цільової функції, що дає змогу враховувати відношення інвестора до кожного з критеріїв оптимізації.

На основі розглянутих задач було створено програмний продукт, що дозволяє автоматизувати процес пошуку оптимального рішення і надає можливість здійснювати науково-обґрунтоване управління своїм інвестиційним портфелем з можливістю відкидання планових збитків від володіння переоціненими або ризикованими активами, що підвищує ефективність бізнесу.

В подальших дослідженнях планується вдосконалити існуючу систему можливістю прогнозування прибутковості акцій за допомогою нечіткого методу урахування аргументів (НМГУА) і на основі отриманих результатів будувати оптимальний інвестиційний портфель.

Література

1. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах — К.: Слово, 2008. — 344 с.
2. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій [Текст]: підручник / Юрій Петрович Зайченко. — К.: Слово, 2006. — 816 с.
3. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [электронный ресурс] — Режим доступа: logic-bratsk.ru/radio/fuzzy/nedosek/book23.pdf
4. Сайт фондової біржі РТС [електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.rts.ru/>

УДК 519.8

ПОРІВНЯННЯ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОГО МЕТОДУ ГРУПОВОГО УРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ (НМГУА) ТА МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ (МР)

**Зайченко О.Ю., д-р. техн. наук, професор, Мізерака М. Ю., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу», м. Київ**

Розглянуто проблему розрахунку вартості рекламної кампанії із використанням нечіткого методу групового урахування аргументів (НМГУА) і множинної регресії (МР). Вона є актуальною та перспективною для успішного просування споживацьких товарів та розвитку ринкової економіки.

The problem of calculating of the cost of advertising campaign using fuzzy group method of data handling (Fuzzy GMDH) and multiple regression (MR) was considered. It's an actual and perspective for successful promotion of consumer goods and the market economy development.

Ключові слова: нечіткий метод групового урахування аргументів (НМГУА), GRP (gross rating point), рекламний ролик, телеперегляд, рейтинг.

Вступ

Сьогодні реклама є невід'ємною частиною нашого життя і в певній мірі якоїсь культури. Вона втручається в життя кожної людини, керуючи нею у більшості випадків на підсвідомому рівні. Основним рекламним носієм для ефективного просування товарів і послуг масового споживання є найдоступніший засіб масової інформації (ЗМІ) – телебачення (ТБ). Для досягнення максимальної ефективності реклама на ТБ вимагає ретельної і продуманої підготовки, тут немає місця випадковостям. Особливість розміщення реклами тут полягає в тому, що на більшості каналів платять не за хвилину ролика, а за відсоток цільової аудиторії, який побачить ваше рекламне повідомлення. Цьому відсотку відповідає один пункт

рейтингу за цільовою аудиторією даної передачі. Сума всіх пунктів рейтингу, які купує рекламодавець, прийнято позначати аббревіатурою GRP (gross rating point). GRP – це сума рейтингів усіх виходів рекламних повідомлень в рамках даної рекламної кампанії. Рейтинг є одним з основних якісних показників, прогнозованих при затвердженні проекту[1].

У медіаплануванні точність влучення в ціль не завжди можна прорахувати за допомогою формул і рейтингів. Іноді нестандартні рішення набагато ефективніше і менш затратні. Буває, що носії вибрані зовсім не за правилами, а потім виявляється, що розрахунок рекламодавця вірний.

Великий плюс розміщення по GRP в тому, що рекламодавець отримує від телеканалу гарантію – цільова аудиторія побачить рекламу потрібну кількість разів. Фахівці дають загальну рекомендацію: чим більший GRP купує рекламодавець, тим ефективніше реклама.

Мета роботи – розрахунок вартості рекламної кампанії якісно новими методами, що дозволить значно зекономити кошти при розміщенні і продажу рекламного часу.

Невизначеність, пов'язана з нестабільністю і неповнотою реальних даних породжує потребу в використанні методу, який враховував би ці фактори. В зв'язку з цим у роботі використовується нечіткий метод групового урахування аргументів (НМГУА), який дає змогу працювати з нечіткими вхідними даними (наприклад, трикутного вигляду) та для порівняння ефективності прогнозування використовується множина регресія (МР), яка відображає вплив декількох незалежних змінних на залежну. На основі отриманих результатів розраховується вартість рекламної кампанії.

Постановка задачі

1. Провести аналіз задач, пов'язаних з визначенням вартості рекламної кампанії, способів її розрахунку і виділення факторів, що безпосередньо впливають на прибуток.

2. Визначити коефіцієнти GRP за потрібний період проходження кампанії з використанням нечіткого методу групового урахування аргументів та множинної регресії.

3. Порівняти заплановану кількість рейтингів і безпосередню вартість кампанії з реально отриманими даними та методами між собою.

4. Створити систему підтримки прийняття рішень при плануванні розміщення реклами і розрахунку вартості рекламної кампанії.

Визначення GRP за допомогою НМГУА

Розглядаючи статистичні дані значень коефіцієнтів GRP починаючи з 2004 року можна відмітити, що основна тенденція розподілу рейтингів залишається незмінною. Тобто, наприклад, якщо влітку на відміну від зими рейтинги були невисокими, так як в цей період року більшість людей віддає перевагу відпочинку на свіжому повітрі перед жарким приміщенням, то як у 2006 році нічого не змінилось, так і в наступні роки. Тому, беручи до уваги такі дослідження, розглядатимемо дані певного заздалегідь обраного телеканалу і цільової аудиторії за 2006-2012 роки. Задачею є змодельовати і спрогнозувати рейтинги поточного 2012 року на основі попередніх, а потім порівняти результати з фактичними даними. Для цього використовуємо НМГУА. Його суть полягає в наступному: нехай маємо лінійну інтервальну модель регресії

$$Y = A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + \dots + A_n Z_n, \quad (1)$$

де A_i – нечіткі числа трикутної форми, які описуються трійкою параметрів $A_i = (\underline{A}_i, a_i, \overline{A}_i)$, де a_i – центр інтервалу, \overline{A}_i – його верхня межа, \underline{A}_i – нижня межа.

В даній моделі розглядається випадок симетричних функцій приналежності для параметрів A_i , тому їх можна описати парою параметрів (a_i, c_i) .

$$\underline{A}_i = a_i - c_i, \quad \overline{A}_i = a_i + c_i, \quad c_i - \text{ширина інтервалу, } c_i \geq 0,$$

Z_i – також нечіткі числа трикутної форми, які задаються параметрами $(\underline{Z}_i, \check{Z}_i, \overline{Z}_i)$, \underline{Z}_i – нижня межа, \check{Z}_i – центр, \overline{Z}_i – верхня межа нечіткого числа.

Тоді Y – нечітке число, параметри якого визначаються наступним чином:

$$\text{Центр інтервалу: } \check{y} = \sum a_i * \check{Z}_i.$$

$$\text{Відхилення в лівій частині функції приналежності: } \check{y} - \underline{y} = \sum (a_i * (\check{Z}_i - \underline{Z}_i) + c_i |\check{Z}_i|).$$

$$\text{Звідки нижня межа інтервалу: } \underline{y} = \sum (a_i * \underline{Z}_i - c_i |\check{Z}_i|).$$

Відхилення в правій частині функції приналежності:

$$\overline{y} - \check{y} = \sum (a_i * (\overline{Z}_i - \check{Z}_i) + c_i |\check{Z}_i|) = \sum a_i \overline{Z}_i - a_i \check{Z}_i + c_i |\check{Z}_i|.$$

Звідки верхня межа інтервалу: $\bar{y} = \sum (a_i * \bar{Z}_i + c_i | \bar{Z}_i |)$.

Для того, щоб інтервальна модель була коректною, необхідно, щоб дійсне значення вихідної величини Y належало отриманому в результаті роботи метода інтервалу. Це можна описати таким чином:

$$\begin{cases} \sum (a_i * \underline{Z}_{ik} - c_i | \underline{Z}_{ik} |) \leq y_k \\ \sum (a_i * \bar{Z}_{ki} + c_i | \bar{Z}_{ik} |) \geq y_k, k = \overline{1, M} \end{cases} \quad (2)$$

де $Z_k = [Z_k]_i$ – вхідна навчальна вибірка, y_k – відомі нам вихідні значення; $k = \overline{1, M}$, M – кількість точок спостереження.

Як наслідок, основні вимоги до оцінювальної лінійної інтервальної моделі для трикутного часткового опису полягають в тому, щоб знайти такі значення параметрів (a_i, c_i) нечітких коефіцієнтів, при яких:

а) спостережувані значення y_k потрапляли б до оцінюваного інтервал для Y_k ;

б) сумарна ширина оцінного інтервалу була б мінімальною.

Ці вимоги можна звести до задачі лінійного програмування :

$$\min_{a_i, c_i} \sum_{k=1}^M (\sum (a_i * \bar{Z}_i + c_i | \bar{Z}_i |) - \sum (a_i * \underline{Z}_i - c_i | \underline{Z}_i |)), \quad (3)$$

за умов:

$$\begin{cases} \sum (a_i * \underline{Z}_{ik} - c_i | \underline{Z}_{ik} |) \leq y_k \\ \sum (a_i * \bar{Z}_{ki} + c_i | \bar{Z}_{ik} |) \geq y_k, k = \overline{1, M} \end{cases} \quad (4)$$

Розглянемо частковий опис виду:

$$f(x_i, x_j) = A_0 + A_1 x_i + A_2 x_j + A_3 x_i x_j + A_4 x_i^2 + A_5 x_j^2. \quad (5)$$

Запишемо його у відповідності з моделлю (1). Для цього в ній потрібно передбачити, що $z_0 = 1$, $z_1 = x_i$, $z_2 = x_j$, $z_3 = x_i x_j$, $z_4 = x_i^2$, $z_5 = x_j^2$.

Тоді математична модель (3) – (4) запишеться у такому вигляді:

$$\begin{aligned} \min_{a_i, c_i} & (2Mc_0 + a_1 \sum_{k=1}^M (\bar{x}_{ik} - \underline{x}_{ik}) + 2c_1 \sum_{k=1}^M |\bar{x}_{ik}| + a_2 \sum_{k=1}^M (\bar{x}_{jk} - \underline{x}_{jk}) + 2c_2 \sum_{k=1}^M |\bar{x}_{jk}| + \\ & + a_3 \sum_{k=1}^M (|\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{jk} - \underline{x}_{jk}) + |\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{ik} - \underline{x}_{ik})) + 2c_3 \sum_{k=1}^M |\bar{x}_{ik} \bar{x}_{jk}| + 2a_4 \sum_{k=1}^M |\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{ik} - \underline{x}_{ik}) + \\ & + 2c_4 \sum_{k=1}^M \bar{x}_{ik}^2 + 2a_5 \sum_{k=1}^M |\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{jk} - \underline{x}_{jk}) + 2c_5 \sum_{k=1}^M \bar{x}_{jk}^2) \end{aligned} \quad (6)$$

за умовами:

$$\begin{aligned} & a_0 + a_1 \underline{x}_{ik} + a_2 \underline{x}_{jk} + a_3 (-|\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{jk} - \underline{x}_{jk}) - |\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{ik} - \underline{x}_{ik}) + \bar{x}_{ik} \bar{x}_{jk}) + \\ & + a_4 (-2|\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{ik} - \underline{x}_{ik}) + \bar{x}_{ik}^2) + a_5 (2|\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{jk} - \underline{x}_{jk}) + \bar{x}_{jk}^2) - c_0 - c_1 |\bar{x}_{ik}| - \\ & - c_2 |\bar{x}_{jk}| - c_3 |\bar{x}_{ik} \bar{x}_{jk}| - c_4 \bar{x}_{ik}^2 - c_5 \bar{x}_{jk}^2 \leq y_k, \\ & a_0 + a_1 \bar{x}_{ik} + a_2 \bar{x}_{jk} + a_3 (|\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{jk} - \bar{x}_{jk}) + |\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{ik} - \bar{x}_{ik}) - \bar{x}_{ik} \bar{x}_{jk}) + a_4 (2|\bar{x}_{ik}| (\bar{x}_{ik} - \\ & - \bar{x}_{ik}) - \bar{x}_{ik}^2) + a_5 (2|\bar{x}_{jk}| (\bar{x}_{jk} - \bar{x}_{jk}) - \bar{x}_{jk}^2) + c_0 + c_1 |\bar{x}_{ik}| + c_2 |\bar{x}_{jk}| + c_3 |\bar{x}_{ik} \bar{x}_{jk}| + \\ & c_4 \bar{x}_{ik}^2 + c_5 \bar{x}_{jk}^2 \geq y_k. \end{aligned} \quad (7)$$

$$c_l \geq 0, l = \overline{0, 5}.$$

Як видно, ця задача є задачею лінійного програмування, але оскільки немає обмежень невід'ємності для змінних a_i , для її вирішення переходимо до двоїстої задачі, вводячи подвійні змінні $\{\delta_k\}$ і $\{\delta_{k+M}\}$.

Вирішивши двоїсту задачу (6)-(7) симплекс-методом і знайшовши оптимальні значення двоїстих змінних $\{\delta_k\}, \{\delta_{k+M}\}$, знайдемо оптимальні значення шуканих змінних $c_i, a_i, i = \overline{0, 5}$, а також шукану нечітку модель для заданого часткового опису.

Розрахунок GRP за допомогою МР

Як вже описувалось вище, скористаємось даними за минулі роки для визначення рейтингів за поточний рік. Скористаємось моделлю множинної регресії:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i x_i(k) + \varepsilon(k), \quad (8)$$

Для обчислення параметрів моделі застосуємо МНК, який реалізується виразом:

$$\hat{a} = (X^T X)^{-1} X^T Y,$$

де \hat{a} – вектор оцінок параметрів моделі, X – матриця вимірів незалежних змінних, Y – вектор вимірів залежної змінної. Отримавши таким чином коефіцієнти, можемо побудувати модель і спрогнозувати потрібні значення.

Розрахунок вартості рекламної кампанії

Часто різними причинами, які неможливо передбачити, може бути викликана зміна телеперегляду, що безпосередньо впливає на величину відхилення в прогнозі. Якщо передбачуваний обсяг GRP за певний період часу (вся рекламна кампанія, місяць і т.д.) виявився не набраними (але рейтинги заздалегідь не погоджувалися), то компенсація може бути різною залежно від існуючих домовленостей. Оскільки абсолютно точно передбачити рейтинги програм і тайм-слотів на кілька тижнів, а то й місяців вперед, при відсутності стабільної сітки мовлення, практично неможливо, то, як правило, в умовах розміщення реклами по GRP обмовляється пункт, згідно з яким відхилення в межах $\pm 5 - 15\%$ від прогнозу є допустимими. І у випадку перебору або недобору в цих межах зобов'язання вважаються виконаними. В інших випадках, перебір або недобір можуть бути компенсовані в наступному місяці (у такій рекламній кампанії), без будь-яких взаємних претензій [4].

Для безпосереднього розрахунку вартості рекламної кампанії потрібен розрахунок таких коефіцієнтів:

— планована кількість рейтингів GRP_planned – отримуємо за допомогою нечіткого методу групового урахування аргументів або множинної регресії, беручи дані потрібних тижнів 2004, 2005, 2006, 2009, 2010, 2011 і 2012 років;

— зважена кількість рейтингів WGRP_planned = GRP_planned*Length, де Length – коефіцієнт довжини ролику, який затверджений телеканалами і є табличною величиною;

— планована вартість виходу ролику Planned_cost = WGRP_planned* CPP, де CPP – вартість одного пункту рейтингу, вона є різною для кожного телеканалу, залежить від номера тижня року і від часу доби, коли виходить рекламне повідомлення;

— фактична кількість рейтингів GRP_Gfk – отримуємо реально набрані рейтинги з офіційних джерел компанії по закінченню тижня;

— фактична зважена кількість рейтингів WGRP_Gfk = GRP_Gfk* Length;

— фактично отримана вартість виходу ролику Cost_Gfk = WGRP_Gfk* CPP;

— різниця між планованою вартістю кампанії і фактично отриманою

$$\text{Diff} = \left| \sum_{i=1,n} \text{Planned_cost} - \sum_{i=1,n} \text{Cost_Gfk} \right|$$

допустиме відхилення Dev = Planned_cost*5 %

На останньому етапі перевіряємо чи не перевищує значення Diff допустиме значення Dev.

Аналіз результатів

Для проведення аналізу розрахунку вартості рекламної кампанії було обрано рекламу «Platinum Bank», яка проходила на 7, 8 тижні 2012 року. Для наочності обрано один з найбільш рейтингових телеканалів – ICTV.

Як можна відмітити з наведених рисунків в обох випадках Dev>Diff, а це означає, що плановані розрахунки можна вважати достовірними. Але у випадку розрахунку за допомогою НМГУА компанія, яка розміщує рекламу, має відхилення 0,34 % від загальної суми, що у порівнянні з МР, – 4,07 % менше від загальної суми, – є несуттєвим. В обох випадках результати задовольняють допустиме відхилення $\pm 5\%$, але особливість в тому, що чим ближча кількість планованих пунктів рейтингу до реальної, тим більшу знижку отримує компанія-виконавець від телеканалів, а отже перевага у використанні НМГУА є очевидною.

Week	Date	Day	Time	Programme	Length	CPP	GRP Planned	WGR P Planned	PT/O P	Coeff Length	Planned net cost	GR P_G FK	WGR P_G FK	Cost_GFK
7	13.02.2012	Mon	08:29:35	ФАКТИ ТИЖН	30	2985,16	0,9668	0,9668	Off-Prir	1	2 886,17 UAH	0,93	0,93	2 776,20 UAH
7	13.02.2012	Mon	09:37:26	НАДЗВИЧАЙН	30	2985,16	1,4004	1,4004	Off-Prir	1	4 180,48 UAH	1,25	1,25	3 731,45 UAH
7	13.02.2012	Mon	13:36:55	АНЕКДОТИ П	30	2985,16	1,3227	1,3227	Off-Prir	1	3 948,35 UAH	2,14	2,14	6 388,24 UAH
7	13.02.2012	Mon	18:10:40	УБИВЧА СИЛ	30	3496,9	2,1607	2,1607	Prime	1	7 555,86 UAH	2,65	2,65	9 266,79 UAH
7	13.02.2012	Mon	19:52:06	НАДЗВИЧАЙН	30	3496,9	2,1285	2,1285	Prime	1	7 443,30 UAH	2,77	2,77	9 686,42 UAH
7	14.02.2012	Tue	11:23:03	УБИВЧА СИЛ	10	2985,16	1,1319	0,566	Off-Prir	0,5	1 689,45 UAH	0,92	0,46	1 373,17 UAH
7	14.02.2012	Tue	13:45:49	ТАЄМНИЦІ С	30	2985,16	1,0989	1,0989	Off-Prir	1	3 280,30 UAH	0,84	0,84	2 507,53 UAH
7	14.02.2012	Tue	14:43:39	МОРСЬКІ ДИ	10	2985,16	1,4248	0,7124	Off-Prir	0,5	2 126,67 UAH	1,52	0,76	2 268,72 UAH
7	15.02.2012	Wed	12:14:39	УБИВЧА СИЛ	30	2985,16	1,0475	1,0475	Off-Prir	1	3 126,87 UAH	0,86	0,86	2 567,24 UAH
						...								
8	22.02.2012	Wed	01:08:14	НАДЗВИЧАЙН	30	2700,86	0,7027	0,7027	Off-Prir	1	1 897,79 UAH	0,40	0,4	1 080,34 UAH
8	23.02.2012	Thu	12:04:01	ЛПЄЙНИЙ, 4	30	2700,86	0,9722	0,9722	Off-Prir	1	2 625,64 UAH	0,61	0,61	1 647,52 UAH
8	23.02.2012	Thu	14:44:17	МОРСЬКІ ДИ	30	2700,86	1,2069	1,2069	Off-Prir	1	3 259,64 UAH	0,84	0,84	2 268,72 UAH
8	23.02.2012	Thu	18:10:02	ЛПЄЙНИЙ, 4	30	3163,86	1,313	1,313	Prime	1	4 154,06 UAH	1,79	1,79	5 663,32 UAH
8	23.02.2012	Thu	00:13:38	КОДЕКС ЧЕС	30	2700,86	1,3315	1,3315	Off-Prir	1	3 596,30 UAH	1,07	1,07	2 889,92 UAH
8	23.02.2012	Thu	01:10:19	НАДЗВИЧАЙН	30	2700,86	0,8035	0,8035	Off-Prir	1	2 170,06 UAH	0,52	0,52	1 404,45 UAH
											309 327,26 UAH			308 328,15 UAH

Рис 1 – Розрахунок вартості виходів рекламних роликів для телеканалу ICTV за допомогою НМГУА

Diff	Dev
999,11 UAH	15 466,36 UAH

Рис. 2 – Похибка розрахунку вартості і допустиме відхилення для каналу ICTV з використанням НМГУА

Week	Date	Day	Time	Programme	Length	CPP	GRP Planned	WGR P Planned	PT/O P	Coeff Length	Planned net cost	GR P_G FK	WGR P_G FK	Cost_GFK
7	13.02.2012	Mon	08:29:35	ФАКТИ ТИЖН	30	2985,16	0,98	0,98	Off-Prir	1	2 925,46 UAH	0,93	0,93	2 776,20 UAH
7	13.02.2012	Mon	09:37:26	НАДЗВИЧАЙН	30	2985,16	1,54	1,54	Off-Prir	1	4 597,15 UAH	1,25	1,25	3 731,45 UAH
7	13.02.2012	Mon	13:36:55	АНЕКДОТИ П	30	2985,16	1,45	1,45	Off-Prir	1	4 328,48 UAH	2,14	2,14	6 388,24 UAH
7	13.02.2012	Mon	18:10:40	УБИВЧА СИЛ	30	3496,9	2,86	2,86	Prime	1	10 001,14 UAH	2,65	2,65	9 266,79 UAH
7	13.02.2012	Mon	19:52:06	НАДЗВИЧАЙН	30	3496,9	2,33	2,33	Prime	1	8 147,78 UAH	2,77	2,77	9 686,42 UAH
7	14.02.2012	Tue	11:23:03	УБИВЧА СИЛ	10	2985,16	1,34	0,67	Off-Prir	0,5	2 000,06 UAH	0,92	0,46	1 373,17 UAH
7	14.02.2012	Tue	13:45:49	ТАЄМНИЦІ С	30	2985,16	1,19	1,19	Off-Prir	1	3 552,34 UAH	0,84	0,84	2 507,53 UAH
7	14.02.2012	Tue	14:43:39	МОРСЬКІ ДИ	10	2985,16	1,88	0,94	Off-Prir	0,5	2 806,05 UAH	1,52	0,76	2 268,72 UAH
7	15.02.2012	Wed	12:14:39	УБИВЧА СИЛ	30	2985,16	1,22	1,22	Off-Prir	1	3 641,90 UAH	0,86	0,86	2 567,24 UAH
						...								
8	22.02.2012	Wed	01:08:14	НАДЗВИЧАЙН	30	2700,86	0,89	0,89	Off-Prir	1	2 403,76 UAH	0,40	0,4	1 080,34 UAH
8	23.02.2012	Thu	12:04:01	ЛПЄЙНИЙ, 4	30	2700,86	0,98	0,98	Off-Prir	1	2 646,84 UAH	0,61	0,61	1 647,52 UAH
8	23.02.2012	Thu	14:44:17	МОРСЬКІ ДИ	30	2700,86	2,43	2,43	Off-Prir	1	6 563,09 UAH	0,84	0,84	2 268,72 UAH
8	23.02.2012	Thu	18:10:02	ЛПЄЙНИЙ, 4	30	3163,86	1,39	1,39	Prime	1	4 397,77 UAH	1,79	1,79	5 663,32 UAH
8	23.02.2012	Thu	00:13:38	КОДЕКС ЧЕС	30	2700,86	1,88	1,88	Off-Prir	1	5 077,62 UAH	1,07	1,07	2 889,92 UAH
8	23.02.2012	Thu	01:10:19	НАДЗВИЧАЙН	30	2700,86	0,89	0,89	Off-Prir	1	2 403,76 UAH	0,52	0,52	1 404,45 UAH
											320 879,52 UAH			308 328,15 UAH

Рис. 3 – Розрахунок вартості виходів рекламних роликів для телеканалу ICTV за допомогою МР

Diff	Dev
12 551,36 UAH	16 043,98 UAH

Рис. 4 – Похибка розрахунку вартості і допустиме відхилення для каналу ICTV з використанням МР

Висновки

Питання, на якому сфокусована робота – аналіз та порівняння вартості рекламної кампанії із використанням коефіцієнтів GRP, отриманих за допомогою застосування НМГУА і МР.

За результатами досліджень можна однозначно сказати, що прогнозування рейтингів за допомогою НМГУА є кращим на 3,73 % для компанії-виконавця у порівнянні з МР. Також створено систему підтримки прийняття рішень, що дозволяє автоматизувати процес вибору методів прогнозування і подальшого розрахунку вартості виходів рекламних повідомлень на обраних телеканалах. Отримані результати мають наукову цінність для фахівців в області медіа планування.

В подальших дослідженнях планується розглянути прогнозування коефіцієнтів GRP іншими методами і порівняння результатів, а також вплив інших факторів на розрахунок вартості рекламної кампанії.

Література

1. Сайт компанії GfK Ukraine – режим доступу http://www.gfk.ua/sectors_and_markets/media/index.ua.html
2. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учебное пособие / Ю. П. Зайченко.— К.: Слово, 2008. — 341 с.
3. Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимошук О.Л. Аналіз часових рядів: навчальний посібник / П.І. Бідюк, В.Д. Романенко, О.Л. Тимошук. — К.: Політехніка, 2010. — 317 с.
4. Бюджетирование ТВ. Стоимость проекта – режим доступу <http://ryndyk.info/articles/budget-tv.html>

УДК 631.324:725.36

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВИХ СИЛОСІВ НА ПРОВІДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ЗЕРНОЗБЕРІГАЮЧОЇ ГАЛУЗІ

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент, Соколовська О.Г., аспірант,
Орлова С.С., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У даній роботі проведено аналіз сучасних зерносховищ металеві конструкції, масове будівництво яких в агропромисловому комплексі у вигляді окремих елеваторів і у складі зернопереробних комплексів, заслуговують серйозної уваги при вирішенні гострої проблеми скорочення втрат зерна при зберіганні.

In the given work the analysis of the modern granaries of metallic construction, mass building of that in an agroindustrial complex as separate elevators and in composition grain-complexes, deserve serious attention at decision of sharp problem of reduction of losses of grain at storage.

Ключові слова: зерносховище, металевий силос, термометрія.

Важливим напрямом технічної політики в елеваторній промисловості визнано будівництво металевих силосів, їх використовують у складі переважувальних зернових комплексів, для розширення виробничих ділянок ХПП діючих елеваторів, а також у вигляді окремих силосів міні-елеваторів фермерських господарств. За даними «Інфо Тера», в останні десять років в Україні введено в експлуатацію більше 300 крупних зерносховищ різного типу, переважно вироблених в США, Канаді і країнах Західної Європи. Лідери іноземного ринку виробників металевих силосів для зберігання зерна — німецька компанія «*Neuero Farm und Fördertechnik GmbH*», *RIELA* (Німеччина), компанія *WESTEEL* (Канада), ТОВ «ТЕПЛОКОР» (Росія, м. Москва). Ряд вітчизняних машинобудівних підприємств почав освоювати виробництво металевих зерносховищ для зерноперевантажувальних терміналів, елеваторів та фермерських господарств. Виробництво металевих силосів в Україні освоєно такими підприємствами: ЗАТ «АСТРА» Мель-елеваторбуд (м. Харків), ВАТ «КАРЛОВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД» (м. Карлівка Полтавської області), ТПК «ЛОРЕД» (м. Миколаїв), налагоджено виробництво деталей і вузлів силосів на Одеському заводі «ПРОДМАШ» і Миколаївському заводі «ПРОМСТАН». Основною складовою сучасних зерносховищ є силоси типу СМВУ різної місткості, габаритів і конструкцій, які розроблені підприємством «ПРОЕКТОКОНТАКТСЕРВІС» (м. Миколаїв).

Застосування металевих силосів дає багато істотних переваг у порівнянні з монолітними залізобетонними: можливість заводського виготовлення конструкцій, меншу масу, простоту транспортування, зокрема на великі відстані, простоту і невелику трудомісткість монтажу, можливість створення герметичних місткостей, що дозволяє тривалий час підтримувати якість зерна, а також можливість проведення

таких операцій із зерном: пошаровий контроль температури зерна, що зберігається; охолодження зернової маси і низькотемпературне досушування зерна; знезараження зерна і дезінсекція конструкцій силосу; приймання зерна, його зберігання і вивантаження зерна; контроль верхнього граничного рівня зернового насипу.

На сьогодні у країні розроблено декілька проектних пропозицій з металевих силосів. Перевагу частіше віддають циліндровим силосам із плоским днищем і відношенням висоти до діаметра в межах 0,5...1,0. Пояснюють це тим, що із зростанням висоти силосу при постійному діаметрі різко збільшується витрата металу на одиницю місткості. Місткість зернових силосів коливається від 25 до 75 тис. т.

Металеві силоси для зберігання зерна зводять методом рулонування або методом навивки стін із гофрованого оцинкованого листа без покриття або з антикорозійним покриттям із емалі або лаку; з алюмінієвих листів, які легше й більше стійкі до корозії в атмосфері, з доброю відбивною здатністю. Металеві листи можуть бути різні: гладкі, хвилясті, профільовані, а також комбіновані, виготовляють із вертикальними несучими елементами, що при швидкому розвантаженні запобігає деформації.

Товщина панелей за висотою корпусу силосу різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції. Конструкція стінних панелей і підпірок повинна забезпечувати стійкість до перепадів внутрішнього і зовнішнього тиску, а також необхідний рівень герметичності.

Зварюють металеві блоки по поясах певної висоти. Потім за допомогою центрального підйомника проводиться їхнє складання (метод «зрошування»). По закінченні монтажу місце опори силосу на фундамент бетонують для створення ущільнення, необхідного при аерації силосів. Всі стики замазують спеціальною мастикою, пластичність якої не утрачається в діапазоні температур від -20 до $+40$ °С.

Силоси середньої й великої місткості монтують на площадках будівництва з укрупнених сталевих блоків заводської готовності. Найчастіше вони збираються на болтах. Для герметизації швів іноді застосовують пластмасові або неопренові прокладки.

На циліндричній частині силосу встановлено: драбини для обслуговування, датчик граничного рівня і настінні повітрявідводи. При необхідності, можуть встановлюватися пристрої для відбору проб зерна з різних рівнів насипу.

Конструкція даху силосу, разом з гарантією стійкості до нетипових навантажень, ваги снігу, вітровому тиску повинна нести вагу додаткового устаткування: галереї, транспортерів. У верхній частині силосу знаходяться дві вентиляційні щілини, що дозволяє вільному обміну повітря при завантаженні і розвантаженні силосу. Одна з них знаходиться між дахом і циліндричною частиною, а друга між дахом і шапкою даху. Вентиляційна щілина між дахом і циліндричною частиною забезпечена спеціальним кожухом, який захищає від птахів, гризунів і задування снігу.

Наявні люки (верхній і нижній) і сходи дозволяють проводити обслуговування, очищення і ремонт конструкцій та устаткування силосної ємності.

Конусне днище утворюється із сталевих трапецієвидних секторів днища. Кут нахилу конуса днища (40, 45 і 60 градусів) забезпечує оптимальні умови самотечі вивантаження зерна на транспортер, встановлений під вивантажною засувкою. Вивантаження зерна з силосу з плоским днищем здійснюється через центральний люк і додаткові люки в днищі силосу на нижній транспортер, встановлений уздовж осі силосу, або вбудований радіальним вивантажним гвинтовим транспортером.

Металеві силоси оснащуються спеціальними пристроями, до яких належать датчики рівня зерна в них; термодатчики для пошарового контролю температури зерна; системи активного вентилявання зерна.

На провідних зернозаготівельних підприємствах металеві силоси обладнані системами термометрії та активного вентилявання.

Основною причиною, що знижує якісні показники зерна при його зберіганні в силосах елеватора, є процес самозігрівання зернової маси. Своєчасно, на початковій стадії, невиявлений процес самозігрівання зерна приводить не тільки до зниження його якісних показників, але і до істотного підвищення температури зерна (вище 35 °С) в зоні осередку самозігрівання. У випадку, якщо осередок самозігрівання не знайдений, відбувається спалах зернової маси, який, зрештою, також може призвести до руйнування конструкції силосного корпусу елеватора. Процес самозігрівання зерна на початковій стадії його розвитку достатньо тривалий. Надалі швидкість розвитку температури різко збільшується. Такий характер розвитку температури дозволяє, використовуючи систему вимірювання температури з високою роздільною здатністю, планомірно, через певні інтервали часу, знімати дані зі всіх датчиків температури наявних термодатчиків і за кожним із датчиків виявляти виникнення стійкого тренду розвитку температури. Виявлення стійкого тренду однозначно свідчить про виникнення процесу самозігрівання зерна.

Основні функції системи термометрії такі: цифрове вимірювання та індикація температури зерна в контрольованих точках; сигналізація перевищення температури в кожній із контрольованих точок щодо тієї, яка задається оператором, загальної для всіх точок контролю; автоматична самодіагностика несправностей системи.

При побудові системи на ПК додатково здійснюється відображення мнемосхеми процесу зберігання зерна на дисплеї і архівація даних з можливістю автоматичного складання звітів з кожного силосу.

При перевищенні температури зерна виводиться повідомлення зі вказівкою: номери корпусу елеватора, номери силосу, значення максимальної температури в силосі, значення швидкості зміни температури в цій точці, висоти рівня датчика, що зафіксував підвищену температуру. Фрагмент, відповідний силосу, в якому відбулося перевищення температури, виділяється червоним кольором, а при перевищенні заданої температури одночасно в декількох силосах повідомлення виводяться послідовно з інтервалом в 1 с.

При виникненні несправності датчика температури, блоку вимірювання, обриві лінії зв'язку, короткому замиканні лінії зв'язку видається повідомлення з розшифровкою несправності і вказівкою місця її виникнення.

При монтажі термопідвісок на силоси використовується як горизонтальне (рис. 1, а) так і похиле (рис. 1,б) кріплення фланця термопідвіски. При наявності шнекового вивантажувального пристрою, довжина термопідвіски має бути такою, щоб її нижня частина знаходилась на відстані не менше 0,5 м від шнеку. Для зниження впливу металевих поверхонь на роботу термодатчиків термопідвіски розташовують так, щоб відстань між її нижньою частиною і металевим дном бункера була не менше 0,5 м. Залежно від діаметра силосу встановлюється різна кількість термопідвісок (рис. 2).

Сучасні термопідвіски призначені для безперервного вимірювання температури та рівня зерна в силосах, їхні технічні характеристики наведено у табл. 1.

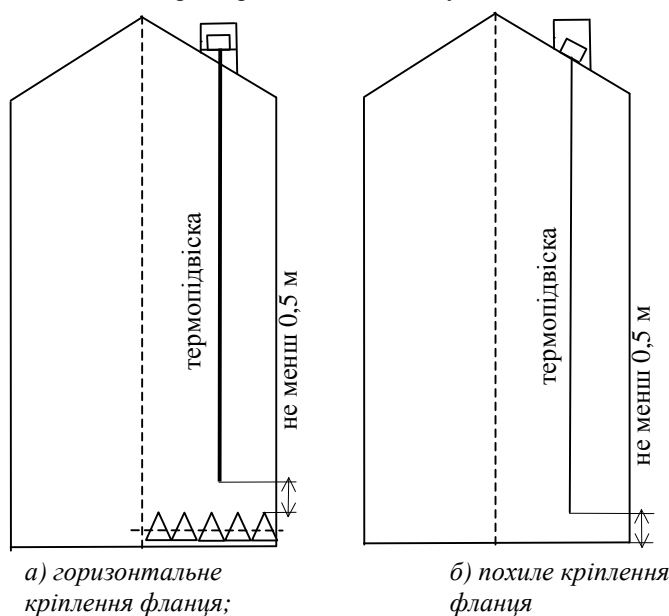


Рис. 1 – Варіанти установки термопідвісок

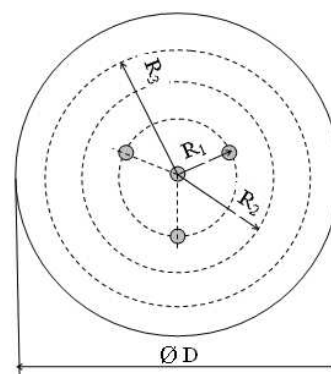


Рис. 2 – Розташування термопідвісок у металевих силосах різних діаметрів

Таблиця 1 – Технічні характеристики термопідвісок

Параметри	Значення
температури рівня	Діапазон вимірювання: -40 ... +70 °C до 30 м.
температури рівня	Похибка вимірювання: ± 1 °C; ± 1 %.
температура навколишнього середовища відносна вологість (при 35 °C)	Умови експлуатації: -30...+50 °C до 95 %.

Рекомендації щодо визначення кількості термопідвісок для металевих силосів різного діаметра наведено у табл. 2. Відстань між термопідвісками не повинна перевищувати 3 м. Термопідвіски для пошаро-

вого контролю температури зерна складаються з голівки гнучкого троса, проміжних і кінцевих датчиків температури (низькоомних терморезисторів).

Силоси, обладнанні системами активного вентилявання зерна – вентилятори, повітропровідні патрубки, пристрій розподілу повітря в насипі зерна, або для силосів з плоским дном передбачені аероднища (рис. 3). Система активного вентилявання зерна містить у собі від 1 до 3 і більше вентиляторів із повітрявідвідними патрубками (рис. 4); пристрій розподілу повітряного потоку в зерновому насипі; повітрявідводи настінні, що закриваються клапанами. До вентилятора можна приєднувати теплокалорифер, що дозволить робити досушування зерна або холодильну установку, що дозволить проводити консервацію зерна холодом.

Застосування повітря різної температури (підігрітого, охолодженого або зовнішньої температури) дозволяє проводити безпосередньо в завантаженому силосі досушування, дозрівання, охолодження і консервацію холодом зерна різної вологості.

Система активного вентилявання дає можливість регулювати температуру зерна, знижувати його вологість і боротися зі шкідниками шляхом пониження температури зернової маси нижче 10 °С протягом 15 діб. Системи активного вентилявання забезпечують витрату повітря не менше 7 м³/год на тонну місткості при повністю завантаженому зерном силосі. Принцип роботи установки при цьому такий: відкриваються всі фіксувальні засувки в патрубках аерожолобів обох секцій, що підводять. Після цього вентиляторами повітря нагнітається під повітророзподільні ґрати аерожолобів і через випускні щілини для зерна виходить у вентиляований насип. Засувки, що при цьому фіксуються, на виході повинні бути закриті.

Таблиця 2 – Рекомендовані данні щодо розташування термодатчиків у металевих силосах

Діаметр силосу	Загальна кількість термодатчиків на силос	Кількість термодатчиків по центру силосу	Значення для радіуса R ₁			Значення для радіуса R ₂			Значення для радіуса R ₃		
			Відстань від центру силосу до термодатчика, м	Кількість термодатчиків	Кут між термодатчиками	Відстань від центру силосу до термодатчика, м	Кількість термодатчиків	Кут між термодатчиками	Відстань від центру силосу до термодатчика, м	Кількість термодатчиків	Кут між термодатчиками
4	1	1									
6	1	1									
8	3	0	2,3	3	120						
10	3	0	2,5	3	120						
12	4	1	3,3	3	120						
14	6	1	4,7	5	72						
16	7	1	5,6	6	60						
18	8	1	6,0	7	51						
20	11	0	2,5	3	120	7,5	8	45			
22	12	0	2,8	3	120	8,2	9	40			
24	13	0	3,0	3	120	9,0	10	36			
26	17	1	5,3	6	60	10,5	10	36			
28	19	1	5,5	6	60	10,5	12	30			
30	22	0	2,5	3	120	7,5	7	51	12,8	12	30
35	29	0	2,8	3	120	8,5	10	36	14,5	16	22,5
40	34	1	5,6	5	72	11,3	10	36	17,0	18	20

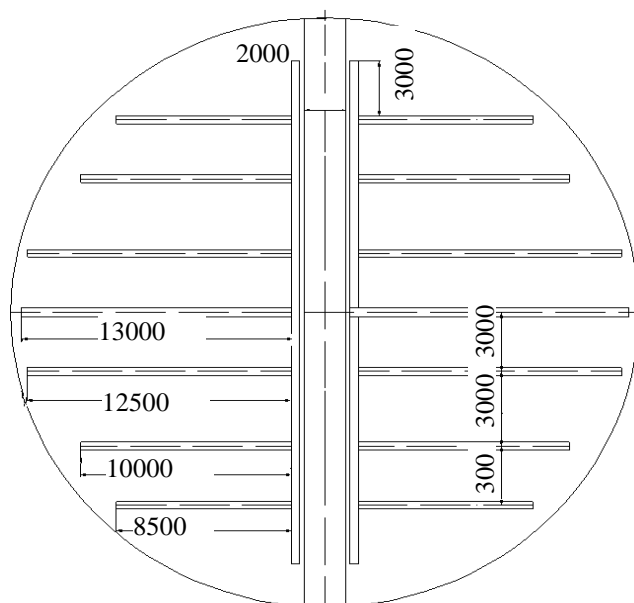


Рис. 3 – Схема аерожолобів для металевих силосів



Рис. 4 – Підключення вентиляторів для активного вентиляції металевих силосів

Висновки

Таким чином, можна підкреслити, що елеваторна промисловість країни поповнилася новим перспективним сегментом.

Для вирішення гострої проблеми скорочення втрат зерна при зберіганні серйозної уваги заслуговує масове будівництво металевих силосів в агропромисловому комплексі у вигляді окремих елеваторів і у складі зернопереробних комплексів.

Світова практика показує, що перехід до зберігання зерна в металевих вентиляльованих силосах знижує в 2,0...2,5 рази будівельні і експлуатаційні витрати підприємства, а також дозволяє запобігти псуванню зерна при обладнанні системами термометрії і активного вентилявання.

Відповідно до практики зберігання зернових культур, металеві силоси заслужено, можна вважати найрентабельнішими. Адже будівництво і обслуговування таких силосів у 2...3 рази дешевші, а на процес самозігрівання, який відбувається в зерні, можна впливати за допомогою ефективних систем аерації, вентилявання і термометрії. В Україні вказані конструкції одержали масове і широке використання. У стислі терміни здатні вирости зернові комплекси, їхнє будівництво повинно дозволити швидше ліквідувати наявний дефіцит місткостей.

Література

1. Вобликов, Е.М. Технология хранения зерна [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов и др. – СПб.: Изд. «Лань», 2003. – 448 с.
2. Вобликов, Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С.Прокопец. – Ростов н/Д: «Март», 2001. – 240 с.
3. Вобликов, Е.М. Зернохранилища и технологии элеваторной промышленности [Текст] / Е.М. Вобликов. – СПб.: Лань, 2005. – 208 с.

УДК [648.6:640.4]:546.214

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ ФОРМ ВОЗДУХА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ РЕСТОРАНОВ, КАФЕ И СФЕРЫ УСЛУГ

Станкевич Г.Н., д-р техн. наук, профессор, Титомир Л.А., канд. техн. наук, доцент,
Данилова Е.И., канд. хим. наук, ст. научн. сотрудник, Бабков А.В., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека предложен метод улучшения санитарно-гигиенического состояния помещений в заведениях ресторанного питания и сферы услуг, путем обработки озono-воздушной смесью. Обоснованы режимы обработки проведена апробация в производственных условиях с учетом ряда микробиологических показателей.

To ensure the safety of human life we suggested method of improving the sanitary condition of the premises catering and services, by treatment with ozone-air mixture. Justified treatment regimens conducted testing in a production environment, taking into account a number of microbiological parameters.

Ключевые слова: озono-воздушная смесь, микроорганизмы, дезинфекция помещений, заведения ресторанного питания и сферы услуг.

Актуальность микробной контаминации приобретает жизненный, практический интерес в условиях бурно развивающегося научно-технического прогресса, а также интенсификации миграционных процессов, сопровождающих деятельность людей, перевозкой животных, перемещением насекомых, растительных, биологических и физических объектов, являющихся носителями микроорганизмов. Это необходимо учитывать, особенно на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности, заведениях ресторанного питания и сферы услуг, т.е. во всех тех структурах, которые занимаются производством, хранением продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также предоставлением услуг большому количеству людей (больницы, магазины, кафе, парикмахерские, гостиницы и т.д.). Можно сказать, что вся деятельность людей связана с физическими и биологическими объектами, являющимися потенциальными источниками возможного поражения микроорганизмами пищевых продуктов и микробиологического заражения организма человека. Поэтому вопросы снижения микробной обсемененности и обеспечения безопасности жизнедеятельности человека являются чрезвычайно актуальными и могут быть решены биологическими, химическими и инженерными методами.

В процессе жизнедеятельности и стремлении выживать микромир завоевывает новые пространства, и при этом переживает сложные эволюционные процессы, именно поэтому для борьбы с ним требуются современные, высокоэффективные, решительные меры. К сожалению, большинство наиболее распространенных сегодня методов борьбы устарело и носит сугубо формальный характер, необходимость применения которых отражена в соответствующей нормативной документации, морально устаревшей, так же как и декларируемые ею методы, разработанные еще в конце прошлого XX столетия [1]. Все попытки что-либо изменить в сложившейся ситуации, предпринимаемые в основном производителями дезинфекционных средств, в конечном итоге сводятся к расширению спектра противомикробных препаратов, либо к производству все более ядовитых средств, способных справиться с новыми видами и штаммами микроорганизмов. Эта тенденция в большей степени служит интересам химических производств, чем чаяниям общества и реальным потребностям производителей. Она же приводит к сильной экологической перегрузке окружающей среды, бессмысленной трате и без того дефицитных ресурсов и денежных средств, резистенции микроорганизмов к новым и старым препаратам через мутационные преобразования.

Бессистемное, можно сказать "квадратно-гнездовое", применение антимикробных средств никогда

не дает ожидаемого результата в отношении микромира, но может существенно подорвать здоровье людей, оказавшихся на обрабатываемой территории, вследствие попадания в дыхательные пути вместе с воздухом, желудочно-кишечный тракт с пищей, или на кожные покровы после прикосновения к обработанному сильнодействующим средством предмету. Обработка современными дезинфекционными средствами может приводить и к достаточно трагичным отдаленным последствиям, поскольку все применяемые дезсредства на основе активных форм хлора, фтора и производных фосфора способны длительное время, без изменений сохраняться на пищевых продуктах, а также при разложении выделять токсические компоненты.

В связи с этим актуальна задача разработки эффективного, экологически чистого, экономически выгодного способа дезинфекционной обработки производственных помещений, оборудования, особенно в заведениях ресторанного питания и сферы услуг. При этом необходимо разработать такой метод, который должен обладать высокой проникающей способностью, позволяющей улучшить санитарно-гигиеническое состояние в труднодоступных участках помещения и частях производственного оборудования. В поисках оптимального решения, авторы обратили свое внимание на активные формы воздуха, и возможность их применения для решения вышеописанных задач.

Под активными формами воздуха подразумевается использование озono-воздушной смеси (ОВС), получаемой в результате синтеза под действием электрических разрядов кислородосодержащей газовой смеси — атмосферного воздуха, при этом в качестве основного дезинфицирующего средства такой смеси выступает озон. Озон (O_3) — второе относительно устойчивое (метастабильное) простое молекулярное соединение, которое способен образовывать кислород. Всего известно семь простых соединений кислорода, включая комплексы O_4 и O_6 [2].

С момента своего открытия в конце XVIII века озон вызывает неизменный интерес специалистов различного профиля и исследователей благодаря своим уникальным свойствам, в первую очередь — высокой окислительной и дезинфицирующей способности. По окислительной способности озон (окислительный потенциал 2,07 В) занимает третье место среди известных окислителей, уступает фтору (окислительный потенциал 2,41 В) и фториду кислорода, в то время как хлор (окислительный потенциал 1,73 В) — занимает восьмое, а обычный кислород (O_2) только тринадцатое место. Своей высокой активностью озон обязан в основном, атомарному кислороду, который он легко отдает при диссоциации молекулы в химической реакции. Помимо прочих своих свойств, немаловажным для оздоровления микроклимата обрабатываемого ОВС помещения является то, что озон активно вступает в реакции с ароматическими соединениями (в частности с фенолами) с разрушением ароматического ядра. Озон также взаимодействует с ненасыщенными углеводородами с разрушением двойных углеводородных связей! Реакции озона с ароматическими соединениями могут лечь в основу современных технологий дезодорации различных сред, помещений, питьевых и сточных вод [3]. Преимущества использования озона в процессах очистки и обеззараживания воды, воздуха и иных жидких и газообразных сред общепризнанны: в настоящее время около 95 % питьевой воды в Европе проходит озонную подготовку.

На поверхностях участков помещения или составных частей производственного оборудования существует большое количество дефектов поверхностей в виде карманов, щелей, капилляров и так называемых крипт (маленьких кратеров). Даже идеально гладкая, отполированная до зеркального состояния на первый взгляд поверхность под сильным увеличением абсолютно “криптообразна”, и обычная капля, создаваемая при обработке подсобным инвентарем, в силу осмотических законов не способна проникнуть в мелкие дефекты поверхностей, а лишь на время закупоривает их. Микроорганизмы остаются на поверхностях и начинают интенсивно размножаться в благоприятных условиях при отсутствии антагонистов, погибших в результате воздействия химических реагентов.

Традиционная методика, которая заключается в “орошении” и “протираании” поверхностей стен и оборудования с последующей экспозицией в течение определенного времени не всегда дает желаемый результат. На практике, “орошение” и “протираание” внутренних поверхностей производственных помещений со значительными биодеструктивными повреждениями, микропористой структурой (бетон, дерево, штукатурка), даже если они окрашены в соответствии с нормативными требованиями, недостаточно эффективно и приводят к неблагоприятным побочным эффектам. Указанные методы позволяют нанести препарат только на доступные наружные поверхности. При этом в силу капиллярных явлений и поверхностного натяжения дезинфектант не проникает в глубину развитых поверхностей — основную нишу посторонней производственной микрофлоры (образуется водяная пробка), а также не проникает вглубь клеточных конгломератов. Таким образом, при применении “орошения” и “протираания” в условиях обработки производственных площадей не достигается требуемая полнота контакта дезинфектанта с источниками микробного заражения. В результате этого из исходной популяции микроорганизмов, являющейся гетерогенной по устойчивости, искусственно селекционируется (отбирается) популяция с повышенной устойчивостью к дезпрепарату.

Нами експериментально встановлено, що уже через три цикла неефективних дезобработок формується мікрофлора достаточна стійка до застосовуваних раніше дезсредств, відбувається формування полірезистентних штамів мікроорганізмів. Такі мікробні популяції певним чином відрізняються від батьківських мікроорганізмів за морфологічними, біологічними та іншими ознаками. В результаті ефективність раніше застосовуваних засобів знижується.

Для подолання цих недоліків традиційних методів обеззараження розроблено метод аерозольної або об'ємної дезінфекції. Незважаючи на те, що ефективність цього методу була доведена ще в середині 80-х років ХХ століття, в промислових масштабах він не був реалізований через відсутність необхідного обладнання та ефективних дезінфектантів, які дозволяють проводити обробку приміщень при відносно невисоких концентраціях аерозолю, а вибір режимів обробки взагалі не проводився.

В основі методу об'ємної дезінфекції лежить принцип перетворення рідких дезінфектантів в мелкодисперсні аерозолі (з розміром частинок від 2 до 50 мкм.). Хмара аерозолю в формі холодного мелкодисперсного туману утворюється за допомогою дисківих або турбоциклонних аерозольних генераторів. Необхідною умовою ефективного застосування цієї технології є використання ультрадиспергуючої техніки, дроблячої дезінфектант до частинок розміром декілька мікрметрів. В силу своїх малих розмірів частинки ультрамаліх об'ємів "живуть" за абсолютно іншими законами аеродинаміки, теплофізики та осмосу, що робить розчини хімічних речовин значно ефективніше в відношенні мікроорганізмів, суттєво підвищуючи їх протимікробну активність, а також збільшується їх проникна здатність [4].

Масированное воздействие мелкодисперсного аерозоля заданной концентрации, во всем объеме помещения обеспечивает санацию воздуха. Такой аэрозоль в считанные минуты насыщает воздушную среду замкнутых пространств внутри помещений, емкостей, проникает во все труднодоступные уголки и конденсируется в виде мельчайшей росы, заполняя все микроскопические неровности поверхностей оборудования, стен, пола, потолка, систем вентиляции. При этом важным условием эффективного воздействия на поверхности являются параметры влажности воздуха и температурного градиента, т.е. разности температур дезинфектанта и поверхностей. Чем выше влажность воздуха и чем больше температура дезинфектанта по сравнению с температурой обрабатываемых поверхностей, тем быстрее происходит конденсация аэрозольного тумана на поверхностях.

В настоящее время используются аэрозоли, позволяющие получить мелкодисперсную фазу, которая продолжительное время удерживается в воздухе, что с одной стороны продлевает время действия аэрозоля, а с другой может вызвать такие негативные эффекты как аллергия, вследствие попадания в дыхательные пути и на кожу. В условиях пищевых производств, попадая на сырье и продукты питания. Эти вещества могут вызвать не только изменения в пищевых продуктах, но и отравления в следствии наличия токсикогенных веществ. Они могут вызвать как острое отравление, так и заболевания, возникающие вследствие кумулятивного эффекта различных веществ и компонентов. Кроме того, по окончании действия дезсредств в неровностях поверхностей остается влага, способствующая обильному росту микроорганизмов и, в особенности, плесневых грибов.

На сегодняшний момент на пищевых предприятиях широко используются хлорсодержащие, фторсодержащие, а также фосфорсодержащие дезинфектанты. Хлорсодержащие препараты например: в органической среде могут трансформироваться до диоксинов и хлорированных углеводов — широко известных канцерогенов, отличающихся кумулятивным эффектом (накоплением в организме), трудностью определения и устойчивостью в окружающей среде. В связи с этим производство и применение хлорактивных препаратов (моноклорамин, гипохлорит и др.) в странах Евросоюза и дальнего зарубежья сокращается, а в некоторых находится под запретом вообще.

Перспективным считается разработка и дальнейшее использование как дезинфектантов препаратов на основе перекиси водорода и надкислот (продуктов взаимодействия перекиси и органических кислот) [5]. Такие пероксидные дезинфектанты характеризуются относительной экологической безопасностью, так как отработанные препараты в течение 3-4 часов разлагаются на безвредные компоненты, главным образом — кислород и воду. При этом вода, остающаяся на поверхностях, способствует увеличению влажности в помещении, что может привести к прогрессирующему росту микроорганизмов, в основном плесневых грибов, хотя этот метод следует отнести к безопасным и прогрессивным. В тоже время получение препаратов надкислот сопряжено с использованием агрессивных реактивов, некоторые из которых (например, уксусный ангидрид) относят к прекурсорам. Помещение и оборудование, обработанное надуксусной кислотой, обладает специфическим "уксусным" запахом, что является негативным фактором. Использование других надкислот приводит к возникновению посторонних стойких запахов, не свойственных пищевым производствам, пропитывающих материалы и которые могут передаваться пищевым продуктам.

По мнению авторов, наиболее прогрессивным из всех ныне существующих и используемых способов дезинфекционной обработки, является способ обработки дезинфицируемых поверхностей газом. Газ, в силу своих физических, свойств обладает способностью максимального соприкосновения с поверхностью, и его распространению не мешает неровный, “криптообразный” рельеф. Обладая высокой проникающей способностью сам по себе, газообразный дезинфектант не нуждается в дополнительных стадиях подготовки, таких, как проходят, например, жидкие дезсредства для преобразования в аэрозоли (при помощи дисковых или турбоциклонных аэрозольных генераторов). Его частицы изначально имеют минимальный размер, а само соприкосновение с обрабатываемой поверхностью идет на молекулярном уровне, что в свою очередь, обеспечивает максимально возможный и плотный контакт.

Следующим немаловажным фактором сути любой дезинфекционной обработки является сам препарат, или, другими словами, химический состав, формула вещества, его особенности, дезинфекционный потенциал, экологическая безопасность, экономическая целесообразность и легкость применения. В этом отношении, по мнению авторов, наиболее целесообразным и оптимальным является использование газовых смесей с активными формами воздуха (АФВ). Так как не существует более экологически чистого вещества, чем кислородосодержащая газовая смесь (чистый атмосферный воздух, насыщенный кислородом), запасы которого неограничены и находятся в свободном доступе. Необходимо только обработать соответствующим образом саму кислородосодержащую смесь для получения активной формы воздуха в составе озono-воздушной смеси.

Особенным преимуществом озона является то, что он представляет собой, безусловно, самый экологически чистый окислитель, фунгицид, дезодоратор и дезинфектант. Производство и применение озона не приводит к вторичному загрязнению окружающей среды, и он не дает нежелательных побочных продуктов. Неиспользованный озон распадается, снова превращаясь в газообразный двухатомный кислород, и, в отличие от тех же пероксидных дезинфектантов, не оставляет влагу на обрабатываемой поверхности после распада. Кроме выраженной способности уничтожения бактерий озон, в отличие от хлора, обладает высокой эффективностью и в уничтожении спор, капсул и цист (плотные оболочки, образующиеся вокруг одноклеточных организмов, например, жгутиковых, при их размножении), в том числе патогенных микроорганизмов. Помимо всего вышеперечисленного, малые дозы озона оказывают профилактическое и терапевтическое воздействие на человека и их активно используют в медицине.

Полезное, дезинфицирующее воздействие ОВС на воздух, производственные помещения и оборудование, несомненно, но только при условии правильного применения АФВ и озono-генераторного оборудования. Проблема состоит в том, что озон, будучи модификацией кислорода, при больших концентрациях оказывает токсичное воздействие на организм человека и животных, хотя в малых концентрациях совершенно безопасен, более того, существует мнение, что полное его отсутствие отрицательно сказывается на работоспособности человека [6].

Установлена и предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе, что согласно санитарным нормам, в воздухе рабочей зоны не должна превышать $0,1 \text{ г/м}^3$ [7], однако существуют и другие мнения на этот счет [8]. Придерживаясь требований санитарных норм, принимаем то, что содержание озона, не превышающее данное значение, безопасно для человека и животных.

Необходимо отметить, что существует два принципиально разных способа обработки помещения ОВС, отличающиеся между собой в первую очередь, используемым для этих целей оборудованием и его конструктивными особенностями.

Первый, и наиболее распространенный на сегодняшний момент способ заключается в том, что устанавливаемый в закрытом обрабатываемом помещении озонатор пропускает через свой реактор большой объем кислородосодержащей смеси (например, от 4 до $130 \text{ м}^3/\text{ч}$) выдавая на выходе поток с низкой концентрацией озона (например, от $0,05$ до $1,0 \text{ г/м}^3$) с общей производительностью (от $0,2$ до $130,0 \text{ г/ч}$). Дезинфекционная обработка проводится в течение длительного времени, необходимого, для того чтобы весь объем обрабатываемого помещения наполнился газом с нужной концентрацией озона, которая зачастую в подобных установках не регулируется, а устанавливается производителями озонаторов статичной. После этого следует выдержать данную концентрацию озона на обрабатываемой территории определенное время, необходимое для достижения дезинфекционного эффекта. Поэтому потребителю такого оборудования нужно предварительно рассчитать уравнение баланса для общей массы озона в помещении, учитывая динамическую характеристику концентрации озона в закрытом помещении требуемого объема, лишь после этого возможно определиться с необходимыми характеристиками и режимами обработки (регулирование которых сводится к варьированию времени работы) искомого озонатора [9]. Очень часто это сводится к выбору установки требуемой производительности с оптимальной концентрацией озона произведенной ОВС, и с учетом объема подлежащего обработке замкнутого пространства. Упрощенная формула расчета необходимой производительности озонатора для достижения и поддержания заданной концентрации озона в помещении:

$$G(O_3) = K \cdot C(O_3) \cdot (V/T), \quad (1)$$

где K – коэффициент, отражающий расход озона на химическое взаимодействие, термический распад и т.д. На практике предварительно предполагается, что $K=5 \dots 10$;

$C(O_3)$ – концентрация озона в озонируемом помещении объемом V , мг/м³;

V – объем помещения, м³;

T – время озонирования, ч.; условие $T \leq 1$ ч означает, что озон взаимодействует по следующей схеме: реагирует → распадается, реагирует → распадается и т.д. То есть при $T=1$ и при $T > 1$ озонатором создается одинаковая концентрация.

Тогда, к примеру для дезинфекции помещения объемом 100 м³ потребуется (при $C=12$ мг/м³; $K_1=5$; $K_2=10$; $T=1$ ч) озонатор производительностью от 6 до 12 г/ч.

При этом необходимо учитывать, что во время обработки помещений озонаторами указанным выше способом, ПДК озона превышает допустимые пределы, а это означает — недопустимость присутствия человека и животных на обрабатываемой территории. Даже после выключения озонатора, в обработанном помещении нежелательно находиться определенное время, необходимое для распада озона, и превращения его в кислород. Динамика распада озона описывается формулой:

$$C(t) = C_p \exp(-\lambda t), \quad (2)$$

где C_p – теоретическое равновесное значение концентрации озона в закрытом помещении;

$\lambda = 0,693/T$, – константа распада озона в нормальных условиях, 1/с;

При дальнейших расчетах, параметр λ принимается равным $\lambda=0,693/T$, где T – период полураспада озона [9]. Значение величины T несколько варьируется в различных источниках и, в действительности зависит от температуры, давления, состава газа (наличия в нем различных загрязнений, их концентрации и т.д.). Поэтому величину этого параметра, для точных вычислений, рекомендуется определять экспериментально. С помощью инструментального контроля концентрации озона в исследуемом объеме:

$$C = \frac{M(O_3)}{V}, \quad (3)$$

где C – концентрация озона, г/м³;

V – объем, м³;

$M(O_3)$ – массовое содержание озона в данном объеме воздуха, г.

Например, период полураспада озона в воздухе, заполняющем обрабатываемое помещение при нормальных условиях (температура 18...30 °С, нормальное давление) и при относительно невысокой степени его загрязненности, составляет, согласно произведенным замерам изменения концентрации озона в течение 10 минут, при начальной концентрации озона в воздухе 0,5 г/м³, 5 минут. В среднем каждую минуту она уменьшалась на 0,04 г/м³, и по прошествии 10 минут составляла 0,1 г/м³.

Теоретическое равновесное значение концентрации озона в закрытом помещении при работе в нем озонатора C_p , можно получить по выражению:

$$C_p = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{[(1 + \beta - \alpha)Q + \lambda M]V}, \quad (4)$$

где β – коэффициент преобразования кислорода в озон под действием электрического разряда;

Q – массовый поток газа через озонатор, кг/с;

$M_0(O_2)$ – массовое содержание кислорода в исходном объеме воздуха, кг;

α – коэффициент, характеризующий величину нераспавшегося озона поступающего на выход озонатора;

M – общая масса газа в помещении, кг.

Если рассматривать условия, при которых прошедшая через озонатор кислородосодержащая смесь не будет снова попадать на вход генератора озона, то для них массовый поток озона на выходе озонатора обозначим как $m(O_3)$, а массовый поток кислорода $m(O_2)$. В озонаторе часть кислорода под воздействием электрического разряда превращается в озон, коэффициент преобразования:

$$\beta = \frac{m(O_3)}{m(O_2)}. \quad (5)$$

В действительности же, в реактор озонатора попадает не только воздух, но и уже насыщенная озонном ОВС. Причем озон, вторично попавший в разрядный промежуток реактора озонатора (в зону с повышенной температурой) распадается. При этих условиях общий массовый поток озона на выходе из генератора равен сумме $m(O_3)$ и $\alpha m'(O_3)$, где коэффициент α характеризует величину не распавшегося озона, поступающего на выход озонатора ($\alpha < 1$), а $m'(O_3)$ – массовый поток озона на входе в озонатор.

К этому необходимо добавить, что газ с концентрацией озона превышающей ПДК, при длительном контакте с поверхностями оборудования и материалов, находящихся в обрабатываемом помещении, спо-

собен усиливать процессы коррозии и деструкции объектов, с которыми он соприкасается. Тем более, это необходимо учитывать, если в помещении останутся продукты, не подлежащие хранению в холодильнике, они подвергнутся длительному действию озона и, скорее всего, станут непригодны к употреблению. Эффективность дезинфицирующих свойств ОВС на микроорганизмы напрямую связана с концентрацией озона в смеси и длительностью ее воздействия.

Второй способ обработки производственного помещения ОВС заключается в том, что для этих целей используется оборудование, пропускающее через свой реактор малый объем кислородосодержащей смеси (например, от 0,12 до 1,2 м³/ч) выдавая на выходе поток с высоко концентрацией озона (например, от 10,0 до 25,0 г/м³) и общей производительностью (от 1,2 до 30,0 г/ч). Дезинфекционная обработка проводится в течение времени, необходимого, для того чтобы “обдуть” все участки помещения или “продуть” все части оборудования и трудно доступных мест, расположенных на обрабатываемой площади. После чего нужно выдержать обработанное помещение в закрытом состоянии определенное время, необходимое для распада озона, и превращения его в кислород, а также достижения дезинфекционного эффекта. По прошествии которого, можно дополнительно проветрить обработанное помещение естественным путем, без применения или с применением вентиляционного оборудования.

Проведенный эксперимент на базе кухонного подсобного помещения ресторана ОК «Русь», г. Белгород-Днестровский, на территории которого проводилась производственная апробация, а также испытания разработанного в ОНАХТ экспериментального озонатора, показал высокую эффективность данного способа, по сравнению с традиционными способами “орошения” и “протираания” дезинфицирующими средствами. Необходимо отметить, что важной отличительной чертой используемого при исследовании экспериментального озонатора является возможность регулирования концентрации озона выходящей ОВС, регулирования интенсивности входного (перед синтезом) и выходного потоков (после озонирования) кислородосодержащей смеси, а также возможность воздействия на температуру и влажность входного и выходного потоков.

Перед началом обработки, в кухонном подсобном помещении, общим объемом 40 м³ (которое является аналогом таких же подсобных кухонных помещений столовых, кафе), провели влажную уборку согласно СанПин 42-123-5777-91 [1]. После чего помещение покинул весь персонал, кроме человека, проводящего дезинфекционную обработку, предварительно закрыв двери и окна в нем. Проводящий дезинфекционную обработку человек был оснащен соответствующей специальной одеждой, респиратором и очками. Дезинфекционная обработка состояла из “обдувания” всех участков помещения, пола, стен на уровне до 2-х м от пола, столов и поверхностей оборудования расположенного в нем, потоком ОВС, с концентрацией озона в смеси 5...10, 10...15 и 15...20 г/м³, а также “продувания” этой же смесью труднодоступных частей оборудования и помещения. Время, ушедшее на тщательную обработку данного помещения, по вышеописанному принципу составило 30 минут. После окончания обработки, озонатор выключался, и помещение покидал проводивший обработку человек, предварительно закрыв его снаружи. Далее закрытое помещение оставляли на 10, 30 или 60 минут для завершения процесса санитарной обработки, и выдержки времени, необходимого для распада озона. По окончании указанного времени помещение дополнительно проветривали атмосферным воздухом, без использования вентиляционного оборудования, путем открытия окон и дверей на протяжении 10...15 минут. Общее время, затраченное на обработку, варьировалось, в зависимости от времени выдержки закрытого помещения и времени дополнительного проветривания, и соответственно составляло 50...105 минут. Обработка проводилась в помещении с температурой воздуха 19...26 °С, относительной влажностью 68...77 %, при нормальном атмосферном давлении, и при относительно невысокой степени загрязненности воздуха. Необходимо отметить, что после окончания обработки, в разных частях помещения была отмечена разная концентрация озона в воздухе. Самая высокая концентрация озона в воздухе участка дезинфицируемого помещения, при использовании режима обработки ОВС с самой большой концентрацией озона 15...20 г/м³, составляла 0,075 г/м³, что не превышает ПДК. Средняя концентрация озона в воздухе закрытого обрабатываемого помещения составляла 0,057 г/м³, что тоже не превышает ПДК. Выше приведенные концентрации были получены инструментально, однако при необходимости возможно выполнить расчет динамической характеристики концентрации озона в закрытых помещениях различных объемов, по уравнению баланса для общей массы озона в помещении $M(O_3)$, которое можно представить в виде:

$$\frac{dM(O_3)}{dt} = m(O_3) + \alpha m'(O_3) - m''(O_3) - \lambda M(O_3), \quad (6)$$

где M – общая масса газа в помещении, кг;

$M_0(O_2)$ – массовое содержание кислорода в исходном воздухе, кг;

Q – массовый поток газа через озонатор, кг/с;

T – период полураспада озона в помещении, с;

$\lambda = 0,693/T$ – константа распада озона в нормальных условиях, 1/с;

β – коефіцієнт преобразования кислорода в озон под действием электрического разряда;
 α – коэффициент, характеризующий величину нераспавшегося озона поступающего на выход озонатора.

Для упрощения дальнейших выкладок предположим, что в объеме помещения V происходит идеальное перемешивание газа. В этих условиях можно записать соотношения:

$$\frac{m'(O_3)}{Q} = \frac{M(O_3)}{M}; \quad \frac{m(O_2)}{Q} = \frac{M(O_2)}{M}. \quad (7)$$

Используя соотношения (7), уравнение (6) можно привести к виду:

$$\frac{dM(O_3)}{dt} = \beta \frac{M_0(O_2) - M(O_3)}{M} Q + \alpha \frac{M(O_3)}{M} - \frac{M(O_3)}{M} Q - \lambda M(O_3). \quad (8)$$

Выполнив несложные преобразования, уравнение (8) можно упростить:

$$\frac{dM(O_3)}{dt} = \beta Q \frac{M_0(O_2)}{M} - \left(\frac{1 + \beta - \alpha}{M} Q + \lambda \right) M(O_3). \quad (9)$$

В конечном итоге уравнение (9) имеет решение:

$$M(O_3) = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{(1 + \beta - \alpha) Q + \lambda M} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{1 + \beta - \alpha}{M} Q + \lambda \right) t \right] \right\} + M_0(O_2) \exp \left[- \left(\frac{1 + \beta - \alpha}{M} Q + \lambda \right) t \right]. \quad (10)$$

По формуле (10) был произведен расчет зависимости концентрации озона в помещении от времени работы (согласно вышеописанному примеру время работы озонатора в помещении составляло 30 минут), объем помещения $V = 40 \text{ м}^3$, период полураспада, установленный экспериментально, составлял $T = 4$ минуты, концентрация озона на выходе $15...20 \text{ г/м}^3$, при $Q = 0,0001 \text{ кг/с}$, и коэффициенте $\alpha = 0,6$ — расчетная концентрация озона в помещении составила $0,053 \text{ г/м}^3$, которая хоть и отличается, от полученной инструментально средней концентрации озона в помещении ($0,057 \text{ г/м}^3$), все-таки описывает общую тенденцию изменения.

До и после проведения санитарной обработки, согласно вышеописанной методики, а также до и после санитарной обработки методом “орошения” и “протиранія” с использованием современных жидких дезинфицирующих средств, согласно рекомендаций производителей: БИОХЛОР ООО “Альянс-групп” Украина; ЭкстраДез – ООО “Дезснаб-Трейд” Россия; ЧИСТО-ПРОМ® K1-06 ДЕЗ – “Украинские Химические Технологии ЛТД” Украина были взяты образцы, характеризующие микробиологическую обсемененность: воздуха в помещении, сделаны микробиологические смывы со столов, оборудования, стен, пола. Также, для чистоты эксперимента все исследования проводились в одном и том же помещении, где каждая последующая дезинфекционная обработка проводилась не ранее чем через трое суток после предыдущей, а в интервале между обработками, помещение использовалось по основному назначению.

Таблица 1 – Схема проведения исследования

№	Описание получения образца	Название образца
1	После обработки с помощью средства БИОХЛОР.	Аналог 1
2	После обработки с помощью средства ЭкстраДез.	Аналог 2
3	После обработки с помощью средства ЧИСТО-ПРОМ®K1-06 ДЕЗ	Аналог 3
4	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 5-10 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 10 мин.	ОВС 1
5	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 5-10 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 30 мин.	ОВС 2
6	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 5-10 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 60 мин.	ОВС 3
7	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 10-15 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 10 мин.	ОВС 4
8	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 10-15 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 30 мин.	ОВС 5
9	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 10-15 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 60 мин.	ОВС 6
10	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 15-20 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 10 мин.	ОВС 7
11	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 15-20 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 30 мин.	ОВС 8
12	После обработки ОВС с концентрацией озона $C = 15-20 \text{ г/м}^3$ и длительностью экспозиции обработанного помещения 60 мин.	ОВС 9



Рис. 1 – Результаты микробиологического исследования воздуха

Как видно из представленных графиков, уровень обсемененности микроорганизмами после обработки поверхностей оборудования и помещения ОВС значительно ниже по сравнению с контролем, а остаточная обсемененность в большей степени характеризуется некоторым количеством микроорганизмов занесенных с воздухом в процессе проветривания, и оставшихся на необработанных поверхностях помещения: потолка и участках стен, расположенных выше 2-х метров от уровня пола. Так же необходимо отметить, что после обработки ОВС на исследуемой площади, значительно улучшился микроклимат, что связано, в том числе, и с очисткой воздуха от свойственных кухонному помещению запахов.

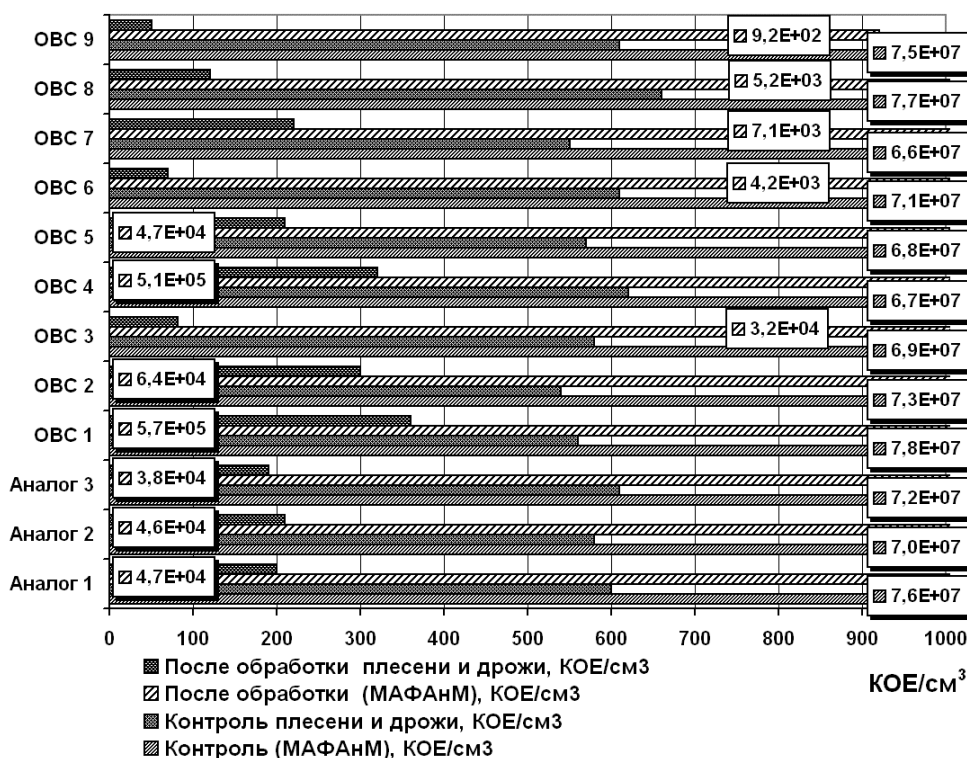


Рис. 2 – Результаты микробиологического исследования смывов со столов

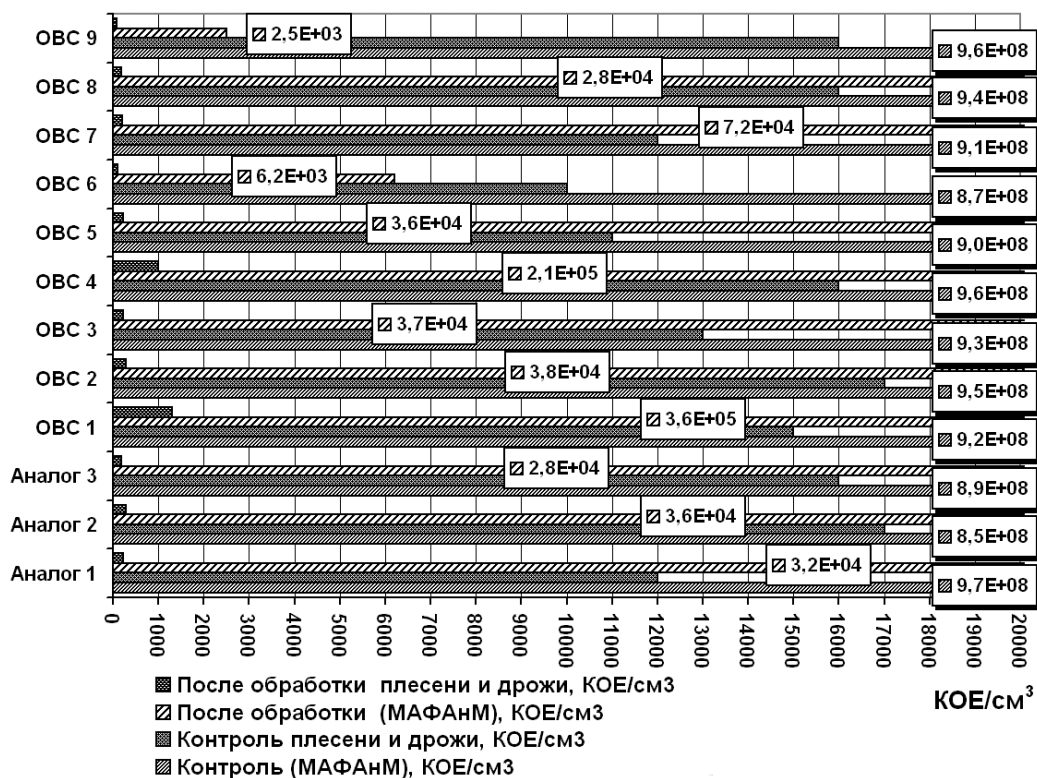


Рис. 3 – Результаты микробиологического исследования смывов с оборудования

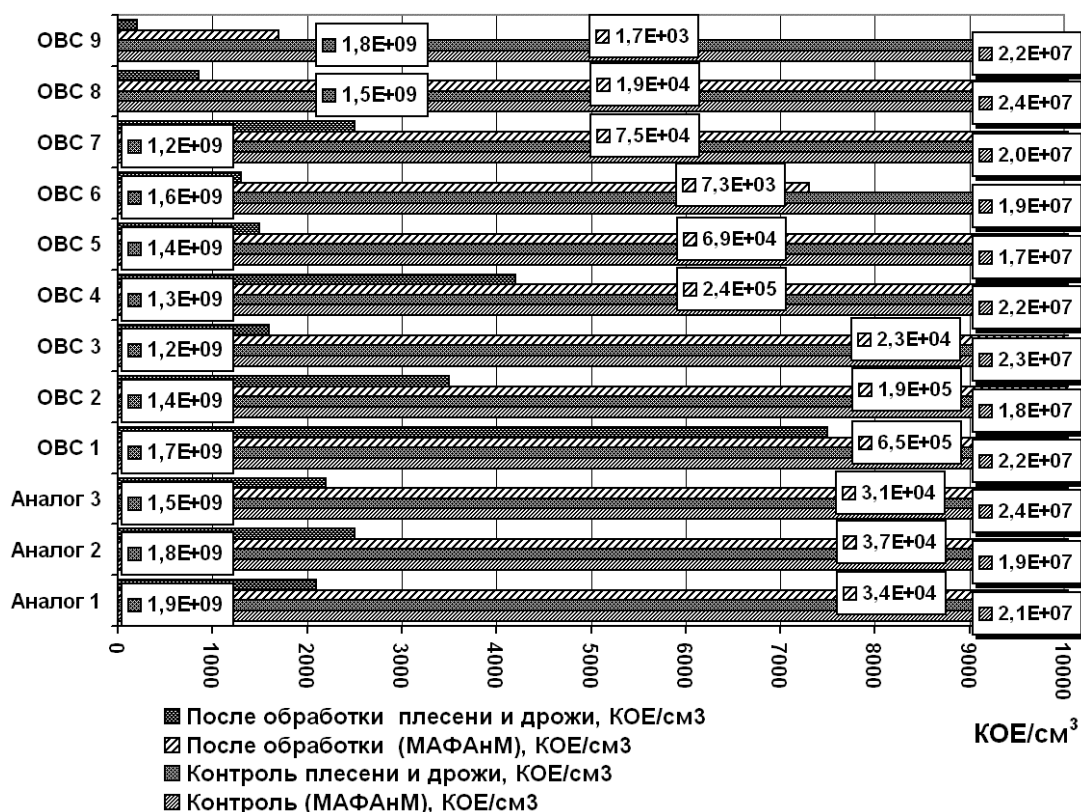


Рис. 4 – Результаты микробиологического исследования смывов со стен

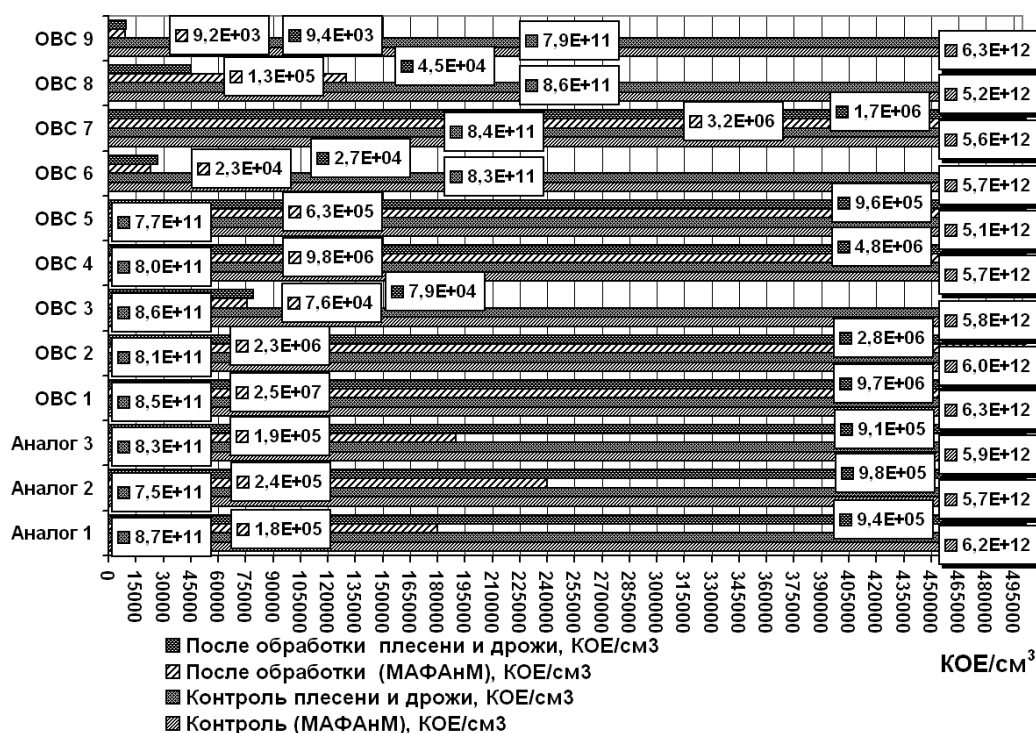


Рис. 5 – Результати мікробіологічного дослідження смывів с пола

Выводы. Результаты исследования режимов обработки ОВС производственного помещения, с применением смесей с разной концентрацией озона в ней показывают, что ОВС достаточно существенно влияет на показатели общего количества микроорганизмов, расположенных на поверхностях обработанных участков помещения и производственного оборудования, снижая их количество. Благодаря дезинфекционной обработке, согласно описанного выше второго способа с применением малого потока ОВС с высокой концентрацией озона в нем, можно улучшить санитарно-гигиеническое состояние воздуха, участков производственного помещения и оборудования расположенного в помещении. Кроме этого установлено, что данная технология позволяет использовать некоторые отработанные режимы обработки ОВС, на уровне с существующими и наиболее распространенными жидкими дезинфицирующими средствами, а так же при использовании более жестких режимов обработки ОВС с увеличением периода экспозиции и концентрации озона в рабочей ОВС, данная технология более эффективна, в сравнении с традиционными методиками “орошения” и “протирания”, при помощи жидких дезсредств.

Литература

1. СанПин 42-123-5777-91.
2. Разумовский С.Д., Заиков Г.Е. // Журн. Орган. химии, 1972, т. 8, с. 468.
3. Галстян Г.А., Тюпало Н.Ф., Разумовский С.Д. Озон и его реакции с ароматическими соединениями в жидкой фазе / – Луганск: СТИ, 2004. – 20 с.
4. Медведев Н.П. / Биологические и технологические основы экологически безопасной системы аэрозольной дезинфекции объектов ветеринарного надзора: дисс. д.б.н. [Текст] / Медведев Н.П. / Кировский научно-исследовательский институт микробиологии. – 2001. – 293 с.
5. Иванова А.С. / Разработка режимов применения препаратов на основе перекиси водорода на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности: дисс. к.т.н. [Текст] / Иванова А.С. / Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП). – М., 2011. – 184 с.
6. Лунин В.В. Физическая химия озона / В.В. Лунин, М.П. Попович, С.Н. Ткаченко. – М.: Изд-во МГУ, 1998 г. – 480 с.
7. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71. М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. – 96 с.
8. Малышева А.Г. Методические основы изучения гигиенической безопасности при эксплуатации бытовых озонаторов / А.Г. Малышева // Гигиена и санитария – 1994 г. - № 9. – С. 42-46.
9. Безруких Е.Г. Расчет концентрации озона, создаваемой озонатором в замкнутом объеме / Е.Г. Безруких, А.П. Гаврилюк, Н.К. Зайцев и др. – Красноярск: ИФ СО РАН, 1996. – 25 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АНТИФРИКЦИОННОГО КОМПОЗИЦИ- ОННОГО МАТЕРИАЛА

Иванова Л.А., д-р техн. наук, профессор, Гараев М.Б., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены новейшие разработки антифрикционных материалов, а также методики определения износостойкости композиционных антифрикционных материалов.

There are up-to-date development of the antifriction materials and the methods of the determination antifriction materials durability.

Ключевые слова: композиционные материалы, антифрикционные материалы, восстановление оборудования, износостойкость.

Одним из наиболее перспективных направлений развития промышленности является улучшение экономических и технологических показателей ремонта и восстановления оборудования. Немаловажное значение имеет увеличение долговечности работы оборудования и отдельных ответственных деталей.

Представляет интерес разработка дешевых антифрикционных материалов для замены дефицитных дорогих цветных металлов бронзы и латуни, из которых изготавливаются детали трения, например, подшипники.

В последнее время широкое применение нашли полимерные композиционные антифрикционные материалы на основе различных порошков и связующей полимерной матрицы.

Среди всего многообразия порошковых материалов для подшипников скольжения, например, особый интерес представляют порошковые композиционные материалы на основе железа. Они обладают высокой прочностью, которая приближается к прочности компактных изделий, изготовленных из проката и литых заготовок, в сочетании с хорошей пластичностью, вязкостью, низкой склонностью к хрупкому разрушению. При испытании пористых материалов пропитанных жидкими смазочными материалами нами было отмечено наличие высокого эффекта самосмазываемости изготовленных образцов. Свойство самосмазываемости определяется как возможность смазывания трущейся пары маслом, поступающим на поверхность трения из пор нагреваемого образца. Проявление эффекта самосмазываемости у пропитанных пористых материалов объясняется различием теплового объемного расширения масла и металлической основы пористого материала в случае местного нагрева [1].

Например, в работе [2] отмечается, что быстрое восстановление граничного слоя смазки на поверхности трения, связанное с выделением масла из пор самого материала при местном нагреве, является показателем антифрикционности пористых материалов. Оценивая физическую сущность эффекта самосмазываемости пропитанных маслом пористых материалов, считаем такую точку зрения наиболее вероятной.

При применении в узлах трения пористых антифрикционных материалов, пропитанных жидкими смазочными материалами, достигается положительный эффект при работе подшипниковых узлов в переходных режимах работы от трения покоя к жидкостному режиму их работы, особенно при использовании пористых материалов на основе железа легированных марганцем, кремнием, а также медью.

В подавляющем большинстве случаев, условия работы узлов трения таковы, что надежность и долговечность их работы зависит от условий перехода в момент пуска, от граничного трения к жидкостному. Применение пористых порошковых композиционных материалов, пропитанных в жидких смазках, позволяют снизить износ узла трения в момент пуска за счет использования смазочного материала поступающего из пор порошкового материала. В дальнейшем, при работе узла трения, когда за счет поступающего смазочного материала обеспечивается нормальный режим работы, происходит одновременно и подпитка пористого материала жидкой смазкой, которая в дальнейшем используется при последующих пусках [3].

Нами был разработан пористый антифрикционный композиционный материал на основе эпоксидной смолы, порошка железа размерами (50-400 мкм), монтмореллонитной глины и серы. Технология получения композиционного материала подробно описана в [4].

На данный момент существует множество различных методик определения антифрикционных свойств материалов, но не существует определенного стандарта, так как различные методики имеют свои достоинства и недостатки.

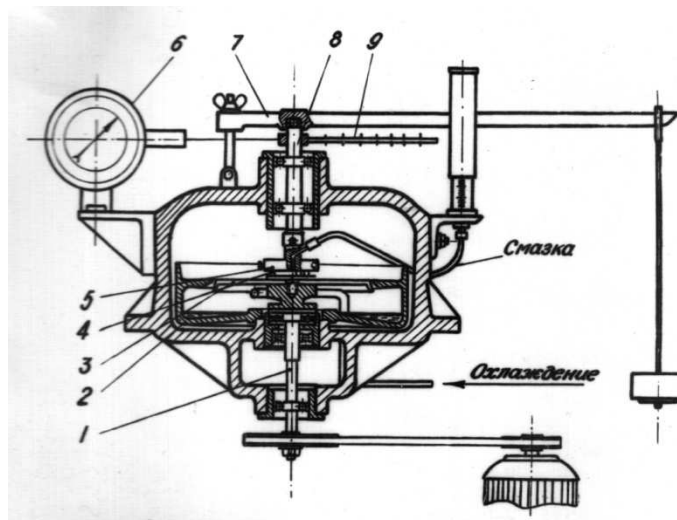
Цель работы заключалась в разработке методик исследования износостойкости антифрикционного материала, позволяющих наиболее точно оценить износостойкость разработанных материалов в различных условиях работы.

Нами рассмотрены методики исследования износа композиционного материала при сухом и граничном трении.

Для проведения сравнительных испытаний образцов на износ использовалась торцевая машина трения АЕ-5 и машина трения с возвратно-поступательным движением.

Машина АЕ-5 имеет ряд преимуществ перед другими машинами и дает возможность:

- изменять скорость вращения трущихся поверхностей и удельное давление в широком диапазоне значений;
- изменять силу трения, а также получать коэффициент и работу трения;
- определять температуру поверхности трущихся пар;
- проводить исследования при заданном интервале температур на поверхности трения;
- определять отдельный износ, т.е. массу или объем сошлифованного слоя трущихся пар на единицу работы или единицу времени.



1 – валик узла трения; 2 – чашка для охлаждения; 3 – эталонный диск; 4- испытуемые образцы;
4 – испытуемые образцы; 5 – головка трения; 6- динамометр; 7 – рычаг узла нагрузки;
8 – шпиндель узла нагрузки; 9 – сектор для динамометра

Рис. 1 – Схема машины АЕ-5

Подробное описание машины АЕ-5 в [5]. В статье приведены лишь внесенные конструктивные изменения, обеспечивающие постоянство условий постановки эксперимента.

В стандартной установке крепление образцов, после взвешивания и измерения линейных размеров, осуществляется с помощью специальных конусных разрезных стаканчиков, что не обеспечивало точной установки, и образцы часто не прилегали всей своей поверхностью к съемному кольцу диска. Это приводило к тому, что процесс приработки, а иногда и трения проходил при значительно больших удельных давлениях, чем необходимо для заданных условий испытания.

Для устранения указанных недостатков была разработана специальная головка, обеспечивающая достаточно точную установку образцов. Эта головка состоит из двух шлифованных и скрепленных между собой дисков, имеющих по три сквозных отверстия.

На нижнем диске отверстия имеют диаметр 10 мм, эти отверстия являются гнездами для испытуемых образцов. На верхнем диске отверстия диаметром 5 мм, которые служат для ввода в образцы термопар и выталкивания их из гнезд. Испытуемые образцы в гнездах нижнего диска крепятся боковыми винтами.

Изучения антифрикционных свойств композиционных металлополимерных материалов производилось на машине АЕ-5 в условиях сухого и граничного трения с целью определения степени износа и коэффициента трения в сравнении с исходными материалами, применяемыми для создания антифрикционных покрытий.

При постановке условий испытаний мы остановились на режиме сухого трения с постоянным удельным давлением и постоянной окружной скоростью и на граничном режиме с постоянной окружной скоростью и с широким диапазоном значений удельного давления.

В абсолютном большинстве случаев работа пар трения происходит в условиях граничного трения, но возможны и случаи прекращения подачи смазки, поэтому необходимо выяснить, как поведет себя композиционный материал в таких случаях.

При испытании в условиях сухого трения изготавливались образцы диаметром 10 мм и высотой 18 мм. Общая площадь трущейся поверхности трех одновременно работающих образцов составляла:

$$F = 3 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \quad (1)$$

$$F = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 2,40 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

С целью получения больших удельных давлений образцы для испытания со смазкой изготавливались в виде двойных цилиндров с общей высотой 12 мм и рабочим диаметром 6 мм. Их полная поверхность составляла

$$F = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0,848 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

При выборе сопряженной пары было учтено, что в машиностроении в качестве материала для изготовления валов и других деталей, вращающихся в подшипниках скольжения, широко применяются углеродистые стали.

В связи этим, в качестве сопряженной пары к испытуемым образцам из композиционных материалов была принята сталь 45, как типичная для широкого класса углеродистых сталей.

Окружная скорость и удельное давление при трении без смазки были приняты постоянными и соответственно равными: $V = 1,25 \text{ м/с}$ и $P = 2,70 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$. Число оборотов рабочего вала периодически проверялось по тахометру.

Длительность каждого испытания была установлена равной 20 минут. При этом путь скольжения составлял – 1,5 км. Замер температуры трущихся поверхностей проводился при помощи термопары медь-константан, которая помещалась в высверленное отверстие одного из образцов.

Термоток измерялся гальванометром. Износ композиционного материала и стального кольца определялся разностью весов и линейных размеров по высоте до и после испытания.

Взвешивание образцов из композиционных материалов и стального кольца производилось на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. Замер высоты проводился микрометром с точностью до 0,005 миллиметра.

Доводка трущихся поверхностей композиционных материалов и стальных колец производилась на чугушной притирочной плите при помощи абразивного порошка.

Образцы и кольца до и после и после испытания промывались в авиационном бензине и после сушки в сушильном шкафу при температуре (80-100) °С подвергались взвешиванию на аналитических весах.

Установка образцов в головке производилась на контрольной плите после их промывки, сушки и взвешивания. Головка трения с образцами устанавливалась на машину только лишь в том случае, если все три образца давали полный отпечаток рабочей поверхности на контрольной плите.

Для достижения постоянства и точности установки образцов в головке трения, гнезда и образцы были пронумерованы, каждый образец вставлялся только в свое гнездо по тонким рискам, имеющимся на образцах и головке трения.

При установке образцов каждый раз тщательно проверялось полное совмещение рисок и головки трения.

Испытания образцов на истирание без смазки со смазкой производились с каждой партии образцов не менее 2-3 раз.

Съемные кольца для всех испытаний на износ, как со смазкой, так и без смазки, изготавливались из стали 45 со следующими механическими свойствами: $\sigma_B = 67,7 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$, $\delta = 20 \%$, $HB = 156$.

При испытании композиционных материалов на износ со смазкой применялось широко распространенное авиационное масло с кинематической вязкостью $22,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Температура масла в резервуаре поддерживалась (18-20) °С. Окружная скорость во всех испытаниях была принята равной $V = 5 \text{ м/с}$.

Для обеспечения постоянства температуры трущихся поверхностей, вращающийся диск, с установленным на нем стальным кольцом, снизу охлаждался проточной водой. Это позволило поддерживать постоянную температуру на трущихся поверхностях (60-70) °С.

Поддержание постоянной температуры исключило влияние вязкости масла на величину износа и коэффициент трения.

Определение температуры трущихся поверхностей проводилось при помощи термопары аналогично как при сухом трении. Износ композиционных материалов и стальных колец определялся так же, как и при сухом трении.

Таким образом, нами была разработана методика исследования износа композиционных материалов:

— при постоянном давлении и постоянной окружной скорости без смазки;

— при постепенном нагружении до достижения заданного удельного давления при трении с граничной смазкой.

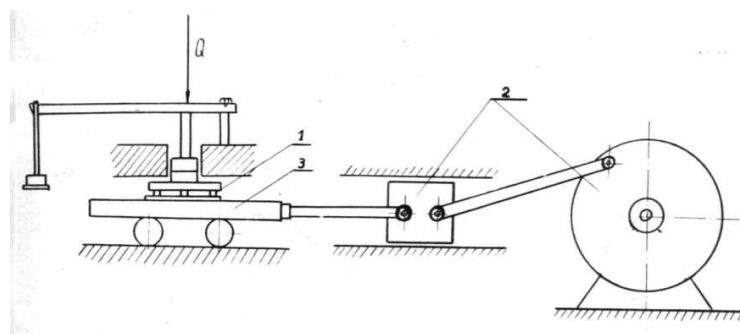
В первой серии испытаний, без смазки, опыты производились, как указывалось выше, при постоянном удельном давлении и постоянной скорости.

Во второй серии испытания продолжительность одного опыта была принята постоянной, равной 8 часам, что соответствовало пути скольжения 144 км.

Приработка образцов и колец проходила при постепенном увеличении удельного давления на $4,95 \cdot 10^5$ н/м² через каждые 5 минут до достижения заданного удельного давления для данного опыта. Скорость нагружения составляла $0,98 \cdot 10^5$ н/(м²·мин). Запись показаний динамометра производилась каждые 5 минут перед очередным нагружением. Нижний предел удельного давления для этой серии удельного давления был принят $19,61 \cdot 10^5$ н/м², а для каждого последующего эксперимента увеличивался на $9,8 \cdot 10^5$ н/м² до достижения заедания или же достижения предельной удельной нагрузки допускаемой на машине АЕ-5 ($196,1 \cdot 10^5$ н/м²).

Смазка подавалась по 2 капли в минуту, что соответствует 5 см³/час.

Исследования композиционных материалов в условиях возвратно-поступательного движения проводилось специально разработанной установкой (рис. 2,3).



Q – прилагаемая нагрузка, 1 – головка с испытуемыми образцами, 2 – кривошипно-шатунный механизм, 3 – стол с возвратно-поступательным движением

Рис. 2 – Схема установки для испытаний композиционных материалов при возвратно-поступательном движении.

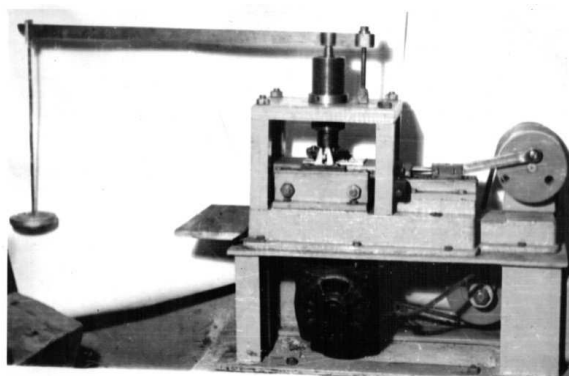


Рис. 3 – Общий вид стенда для испытания материала на износ при возвратно-поступательном движении

Данная установка предназначена для определения износа образцов, как при сухом, так и при граничном трении, со смазкой. На такой установке был проведен ряд экспериментов по определению износа

композиционных материалов в паре со сталью 45 без подачи смазки. Образцы закреплялись и устанавливались в гнезда такой же головки, как и при испытаниях на машине АЕ-5. В качестве сопряженной пары применялись специальные плитки из стали 45, общий вид которых приведен на рис. 3.

Такая облегченная конструкция сопряженной пары была предусмотрена с целью возможности взвешивания на аналитических весах.

На описанной установке можно производить испытание образцов на износ при следующих режимах:

— Число двойных ходов в минуту может быть задано 100, 200, 300, 400.

— Длина одного хода составляет 60, 90, 120 мм.

— Удельное давление на три испытуемых образца при общей их площади $S=2,35 \cdot 10^{-4} \text{ н/м}^2$ может быть $196,1 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$.

Определение числа двойных ходов ведется при помощи счетчика на корпусе машины.

Условия испытания новых композиционных материалов были приняты следующие:

— образцы для испытания без смазки изготавливались в виде цилиндров диаметром 10 мм и высотой 18 мм;

— взвешивание образцов до и после их испытания производилось на аналитических весах после промывки в авиабензине и спирте и последующей сушки при температуре (80-100) °С;

— установка и притирка образцов осуществлялась, так же как и на машине АЕ-5;

— максимальное число двойных ходов было принято 500;

— износ испытуемых образцов определяли по разности весов и линейных размеров до и после испытания.

Был произведен ряд экспериментов по определению влияния содержания металлического порошка на износостойкость полимерного композиционного материала.

Содержание исследование композиционного материала приведено в таблице 1, кроме того композиционный материал содержал 5 вес. ч. монтмориллонитной глины.

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний антифрикционного композиционного материала, а также серого чугуна в условиях сухого трения

№ опыта	Содержание		Средний весовой износ образцов $\times 10^{-3} \text{ м}$	Средний линейный износ образцов $\times 10^{-3} \text{ м}$	Средний износ стального кольца $\times 10^{-3} \text{ м}$	Приведенный средний износ к единице времени	
						Образцов $\times 10^{-3} \text{ кг/ч}$	Стального кольца $\times 10^{-3} \text{ кг/ч}$
	Эпоксидная смола ЭД-20, вес. ч.	Железный порошок, вес. ч.					
1	70	25	32,3456	24,8812	1,3822	97,0368	4,1468
2	65	30	31,7584	23,7003	0,8172	95,2752	2,4517
3	60	35	28,0343	20,3441	0,8845	84,1029	2,6539
4	55	40	25,9384	18,6071	1,3290	77,8152	3,9872
5	50	45	17,9387	11,6902	0,6494	53,8161	1,9483
6	45	50	14,9487	9,5372	0,5019	44,8461	1,5058
7	40	55	14,8576	9,3192	0,4051	44,5728	1,2155
8	35	60	11,9387	7,1318	0,3241	35,8161	0,9725
9	30	65	9,9387	5,5666	0,3711	29,8161	1,1133
10	25	70	8,8746	4,6871	1,3822	26,6238	0,8788
11	Серый чугун		6,4262	3,4545	0,2748	19,2348	0,8256
12			13,79	8,6349	0,3298	41,3347	0,9987
13			8,2662	4,8125	0,3322	24,438	1,0100

Из таблицы 1 видно, что при увеличении массового содержания железного порошка износостойкость композиционного материала увеличивается и при содержании металлической составляющей более 60% даже превосходит аналогичный материал из серого чугуна.

Выводы

1. Исследованы методики определения износостойкости сталей и чугунов.

2. Разработана технология определения износостойкости антифрикционных композиционных материалов.
3. Произведено исследование износостойкости композиционных материалов на основе эпоксидной смолы и металлического порошка.

Литература

1. Бабец Н. В. Васильев Б. Н., Исмаилов М. А. Самосмазывающиеся материалы «Трение, износ», том 13 №49, – 7 с.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Сопротивление абразивному изнашиванию структурно неоднородных материалов. сб. «Трение и износ в машинах» XII, М., изд. АН СССР – 1958
3. Шумов О. В. Получение износостойких покрытий на основе меди для подшипников скольжения. Ремонт, восстановления модернизация №4 – 2011. – 24 с.
4. Иванова Л.А., Гараев М.Б., Косицин Н.О. Разработка технологии композиционного материала на основе пластмасс холодного отверждения и ферромагнитного наполнителя под действием магнитного поля. «Наукові праці» вып. 40, том 2 – Одесса: – 2011 – 386. с.
5. Зайцев А.К. Методика лабораторного испытания на износ. Всесоюзная конференция по трению и износу в машинах. АН СССР. 1959.

УДК 533.6.011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРИ ОБТЕКАНИИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ

Дементьев А.А., доктор технических наук

ООО Научно-производственная фирма «Интэкос», г. Санкт-Петербург

Сороко О.Л., кандидат технических наук, доцент

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск

Дук А.А., директор ОАО «Глубокский мясокомбинат», г. Глубокое

Поставлена и численно решена задача турбулентного плоского нестационарного течения вязкого несжимаемого газа через произвольные пакеты цилиндрических стержней (электродов). Результаты расчета позволяют теоретически определить конструкцию электроразрядной кассеты.

The problem of a turbulent flat non-stationary current of viscous incompressible gas through any packages of cylindrical cores (electrodes) is put and numerically solved. Results of calculation allow to define a design of the electrodigit cartridge theoretically.

Ключевые слова: обезвреживание и очистки газоздушных потоков, низкотемпературная плазма, барьерный разряд звуковой частоты, электроразрядная кассета.

Крупномасштабное воздействие пищевых промышленных производств на среду обитания человека создает проблему защиты атмосферы от токсичных выбросов. Традиционные способы обезвреживания и очистки вентиляционных выбросов от токсичных газообразных веществ (сорбционные и окислительные) не всегда решают проблему в силу различных объективных и субъективных причин, поэтому научный поиск разработки современных технологий по их обезвреживанию является актуальным.

На наш взгляд одним из перспективных направлений в разработках нетрадиционных технологий в области защиты атмосферного воздуха являются исследования элементарных процессов (нано процессов) протекающих в низкотемпературной плазме. Для возбуждения низкотемпературной плазмы (НТП) могут применяться различные виды газового разряда. Поскольку процесс должен протекать при атмосферном давлении наиболее приемлемым оказывается барьерный разряд звуковой частоты (БРЗЧ) [1].

НТП БРЗЧ является неравновесной плазмохимической системой, в которой наличие «активных центров» (возбужденные атомы и молекулы, жесткое УФ-излучение и т.д.) стимулируют химические процессы невозможные при обычных условиях.

Для возбуждения НТП БРЗЧ возможно применение любых конструкций и взаимного расположения электродов. Одним из главных критериев при разработке конструкции разрядного блока должны быть минимальные аэродинамические характеристики. С этой точки зрения перспективным является конст-

рукция разрядного блока кассетного типа. На рис. 1 представлен схематический чертеж электроразрядной кассеты.

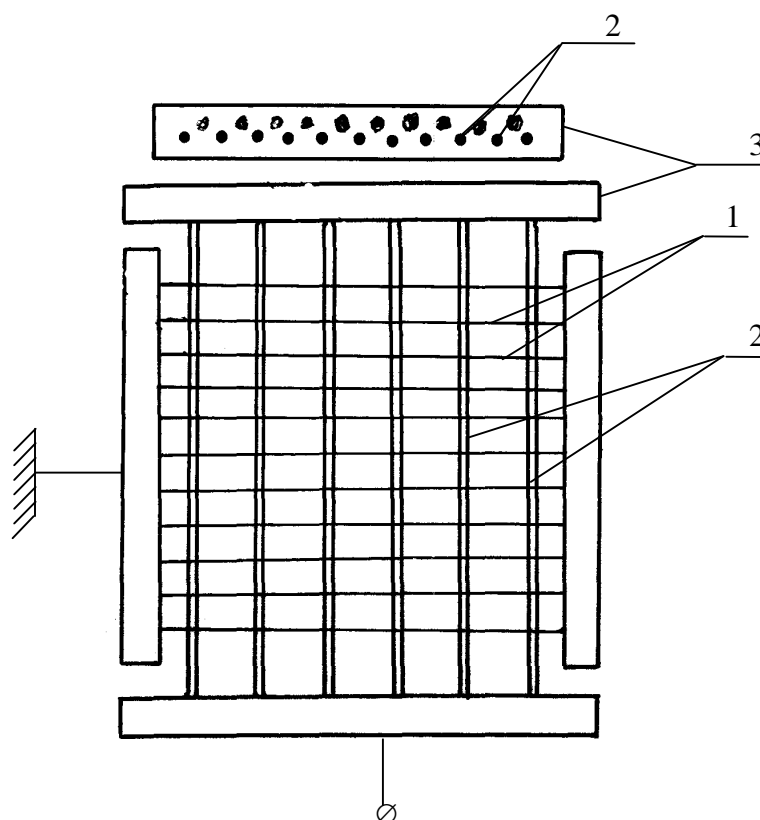
Электроразрядная кассета состоит из двух решеток цилиндрических стержней (электродов), расположенных в шахматном порядке. При разработке электроразрядного устройства необходимо сделать оптимальный выбор как самого устройства, т. е. подобрать диаметр стержней, расстояние между стержнями в решетке, расстояние между решетками, так и подобрать количество и взаимное расположение электроразрядных кассет в устройстве. Имеющиеся полуэмпирические зависимости [2] не позволяют сделать такой выбор, так как они описывают интегральные параметры течения газа сквозь решетки определенного типа.

Данная статья посвящена определению полей скорости течения и давления газа, а также сил сопротивления течению газа со стороны стержней при обтекании газом различных электроразрядных устройств.

Эти параметры являются основой оптимизации электроразрядного устройства.

Для построения уравнений, описывающих движение вязкого газа, вводятся следующие допущения:

1. Так как скорость течения газа в вентиляционных каналах обычно не превышает 20 м/с, то считаем, что набегающий на электроразрядную кассету газ является несжимающейся жидкостью.
 2. Каждая электроразрядная кассета состоит из бесконечного числа параллельных друг другу цилиндрических стержней бесконечной длины.
 3. Скорость набегающего потока газа на кассету направлена перпендикулярно осям стержней.
- С учетом этих предположений следует рассмотреть плоское течение газа.



1 – низковольтный электрод; 2 – высоковольтный электрод; 3 – изолятор

Рис. 1 – Схематический чертеж электроразрядной кассеты

Число Рейнольдса (Re), определенное по диаметру стержней и скорости набегающего газа на кассету, на порядок и более превышает его критическое значение. Поэтому течение газа будет турбулентным. Турбулентное течение газа описывается уравнениями Рейнольдса.

Для нашего случая турбулентного нестационарного плоского течения вязкого несжимаемого газа уравнения Рейнольдса запишутся в следующем виде:

$$\rho \left\{ \frac{\partial U}{\partial t} + U \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial U}{\partial y} \right\} = \rho \cdot F - \frac{\partial P}{\partial x} + (\mu + Ar) \cdot \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\rho \left\{ \frac{\partial V}{\partial t} + U \cdot \frac{\partial V}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial V}{\partial y} \right\} = - \frac{\partial P}{\partial y} + (\mu + Ar) \cdot \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

Уравнение неразрывности имеет вид

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0. \quad (3)$$

Так как течение газа является изотермическим, то динамическая вязкость газа μ постоянна. С помощью параметра F в уравнении (1) учитывается влияние стержней на течение газа. При численном решении задачи для каждого стержня значение F определялось выражением:

$$F = - \frac{W}{\rho \cdot \Delta x \cdot \Delta y}. \quad (4)$$

По своему физическому смыслу W – сила сопротивления течению газа со стороны каждого стержня. W определялась формулой [3]:

$$W = C_w \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U^2 \cdot d. \quad (5)$$

Коэффициент турбулентной вязкости Ar принимается постоянным [4].

В начальный момент времени газ покоится. Составляющие вектора скорости, $V = 0$, $U = 0$, давление $P = \text{const}$ по всему пространству.

Областью расчета течения газа сквозь решетки стержней является прямоугольная область, включающая несколько стержней каждой решетки каждой кассеты. Область интегрирования уравнений (1) – (3) имеет открытые границы типа жидкость–жидкость. На границе области расчета, перед решетками стержней, составляющая вектора скорости U набегающего газа на кассеты растет от нуля до постоянного заданного значения U_H , составляющая V всегда равна нулю.

На границе области расчета за решетками стержней задаются условия:

$$\frac{\partial U}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial x} = 0. \quad (6)$$

На границах области расчета параллельных скорости набегающего потока задаются условия:

$$\frac{\partial U}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial x} = 0. \quad (7)$$

При решении задачи используется разнесенная сетка. Составляющие вектора скорости U задаются в точках $(I, J+0,5)$, составляющие вектора скорости V в точках $(1+0,5, J)$, давление P и сила F задаются в точках $(1+0,5, J+0,5)$. Использование разнесенной сетки дает возможность связать значения U , V и P в соседних точках, и позволяет избежать появления осцилляций в решении для P .

Дискретизация частных производных по пространству в уравнениях (1) – (3) проведена по трехточечной симметричной схеме, а частных производных по времени разностями вперед. На каждом шаге по времени решается уравнение Пуассона для определения поля давления. Из разностных аналогов уравнений (1) и (2) вычисляются значения составляющих векторов скоростей U и V на $(n+1)$ шаге по времени для всех точек расчетной области. Поскольку формулы для определения U и V являются явными, то имеется условие на максимальный шаг по времени, связанное с устойчивостью решения [5]:

$$0,25(|U| + |V|)^2 \cdot \Delta t \cdot \text{Re} \leq 1; \quad \frac{\Delta t}{\text{Re} \cdot \Delta x^2} \leq 0,25. \quad (8)$$

Список обозначений

ρ – плотность газа (кг/м^3);

V – составляющая вектора осредненной скорости течения газа направленная вдоль оси x (м/с);

U – составляющая вектора осредненной скорости течения газа направленная вдоль оси y (м/с);

P – давление газа (Па);

μ – коэффициент динамической вязкости газа ($\text{Па}\cdot\text{с}$);

Ar – коэффициент турбулентной вязкости газа ($\text{Па}\cdot\text{с}$);

t – время (с);

C_w – коэффициент сопротивления цилиндра;

d – диаметр цилиндра (м);

Δx – шаг по разностной сетке вдоль оси x (м);

Δy – шаг по разностной сетке вдоль оси y (м);

Δt – шаг по времени (сек).

Шаг по разностной сетке $\Delta x = \Delta y$. Расчет проведен для двух различных электроразрядных устройств. Первое устройство состоит из одной электроразрядной кассеты с диаметром стержней в первой решетке $d_1=0,01$ м и диаметром стержней во второй решетке $d_2 = 0,015$ м. Расстояние между осями стержней в решетке 0,024 м, расстояние между решетками 0,018 м. Стержни (электроды) первой решетки по отношению к стержням (электродам) второй решетки расположены в шахматном порядке. На рис.2 показаны изменения средней объемной силы сопротивления течению газа со стороны стержней F и перепада давления газа ΔP на электроразрядной кассете при различных скоростях набегающего потока V_H . Как видно из рис. 2, при увеличении скорости набегающего потока газа, вместе с ростом сопротивления течению газа со стороны стержней, растет и перепад давления на электроразрядной кассете.

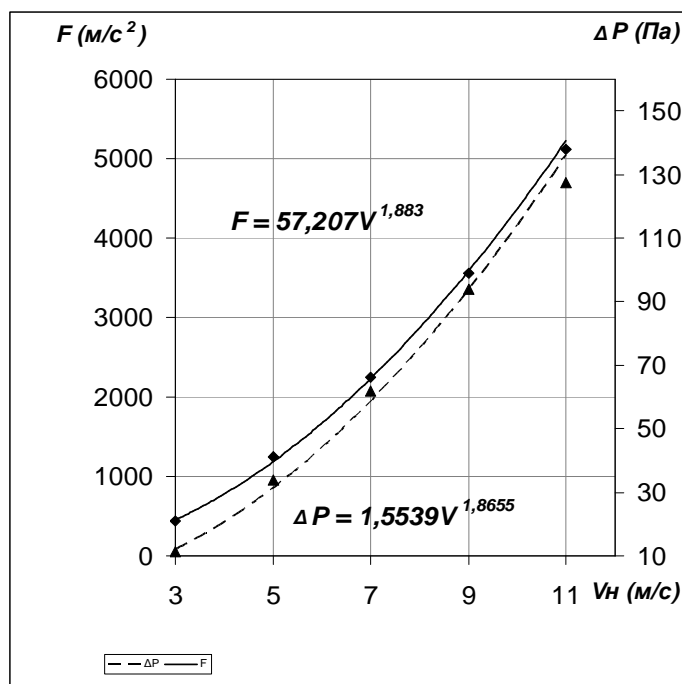


Рис. 2 – Изменения средней объемной силы сопротивления течению газа со стороны стержней и перепада давления газа на электроразрядной кассете при различных скоростях набегающего потока

Второе устройство состоит из электроразрядной кассеты, в которой стержни (электроды) расположены в двух параллельных плоскостях. Стержни (электроды) в каждой плоскости находятся друг за другом на расстоянии $h = 0,024$ м, диаметр всех стержней $d = 0,01$ м, расстояние между осями стержней в решетках 0,036 м.

На рис.3 показаны изменения средней объемной силы сопротивления течению газа со стороны стержней F и среднего перепада давления на устройстве ΔP в зависимости от расстояния h между плоскостями стержней (электродов) в устройстве, скорость набегающего потока для всех h равна $V_H = 7$ м/с. Как видно из рис.3, средняя объемная сила F при малых h быстро растет, при больших h растет медленней.

Это объясняется тем, что при малых h стержни второй плоскости по течению газа находятся в аэродинамической тени стержней первой плоскости. Скорость набегающего потока на них мала, а это приводит к малым сопротивлениям течению газа со стороны стержней второй плоскости. При больших h стержни второй плоскости начинают выходить из аэродинамической тени, скорость набегающего газа на них растет, увеличивается и сила сопротивления течению газа. С ростом h влияние стержней первой плоскости на течение газа через стержни второй плоскости уменьшается, что приводит к слабому увеличению F . Течение газа от стержней первой плоскости до стержней второй плоскости успевает стабилизироваться и при больших h можно не учитывать влияние стержней первой плоскости на течение газа через стержни второй плоскости. В соответствии с ростом F увеличивается и перепад давления ΔP .

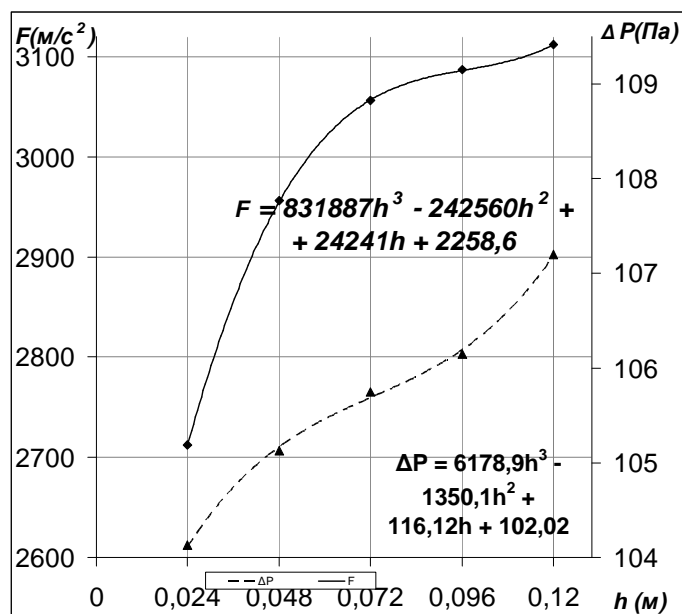


Рис. 3 – Изменения средней объемной силы сопротивления течению газа со стороны стержней и среднего перепада давления на устройстве в зависимости от расстояния между плоскостями стержней (электродов) в устройстве

Параметры течения газа, получаемые при расчете по разработанной методике, позволяют выбрать оптимальный вариант электроразрядного устройства по обезвреживанию вентиляционных выбросов.

В настоящее время в рамках выполнения научно-технической программы Союзного государства «Повышение эффективности пищевых производств за счет переработки их отходов на основе прогрессивных технологий и техники» на 2010-2012 годы научными сотрудниками ООО «Научно-практическая фирма «Интэкос» (Санкт-Петербург, РФ) и РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (Минск, РБ) разработана технология и опытный образец оборудования для очистки дурнопахнущих вентиляционных выбросов при производстве сухих животных кормов (мясокостной муки) из отходов продуктов убоя и кости. Внедрение данной технологии и оборудования запланировано на ОАО «Глубокский мясокомбинат» (Республика Беларусь) в конце 2012 года.

Литература

1. Полак Л.С., Соловецкий Д.И. Низкотемпературная плазма. Химия плазмы. –Новосибирск, 1991.
2. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. –М.: Энергоиздат, 1990.
3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. –М.: Наука, 1973.
4. Рейнольдс А. ДЖ. Турбулентные течения в инженерных приложениях. –М.: Энергия, 1979. –С. 23.
5. К. Флетчер. Вычислительные методы в динамике жидкостей. –М.: Мир, 1991. Т.2. –С. 394.

УДК 615.012.014

КІНЕТИКА ТА СТАТИКА ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Терзієв С.Г., канд. техн. наук, асистент, Ружицька Н.В., аспірант
 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
 Бандура В.М., канд. техн. наук, доцент, Коляновська Л.М., аспірант
 Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

У статті наведено дані дослідження процесу екстрагування олії з ріпаку «Чемпіон» і сої сорту «Вінничанка» та шлему кави розчинниками n-гексаном та спиртом, різної фракції з цілого зерна та зі жмиху.

In the article these researches of process of extracting oil from coffee sludge, «Champion» rape and of soybean of "Vinnichanka" variety by solvents such as n-hexane and alcohol of different fraction from whole grain and from the oil cake are given.

Ключові слова: інтенсифікація, екстрагування, ріпак, соя, мікрохвильове поле, н-гексан, спирт, кінетика.

Вступ. Після пресування сої та ріпаку й отримання олій у жмисі залишається 8 – 15 % олії. Екстрагування олій за допомогою розчинників дозволяє вилучити олію зі жмиху, при цьому в шроті залишок олії становить 0,5 – 0,8 % [1 – 2].

У кавовому шламї, що є основним відходом виробництва розчинної кави, міститься 5 – 12 % цінної олії, яку запропоновано вилучати за допомогою екстрагування [3].

Завдання досліджень. Метою досліджень є узагальнення експериментальних даних, що розкривають вплив технічних параметрів (гідромодуля, температурних режимів, видів екстрагентів, величини фракцій, дії електромагнітного поля) на кінетику екстрагування олії із сої та ріпаку.

Методика експериментального моделювання. Для визначення поставлених завдань було використано два експериментальних стенди [2]. Як екстрагенти використовували н-гексан та етиловий спирт.

Результати експериментальних досліджень.

Основні фактори, що впливають на процес екстрагування – розмір частинок сировини, наявність та величина потужності імпульсного електромагнітного поля, гідромодуль екстракту, температура, час екстрагування, розчинник. Діапазон проведених досліджень показано в табл. 1.

Таблиця 1 – Діапазон експериментальних досліджень

Зерно	Вид сировини	Фракція	Розчинник	Температура, °С	Гідромодуль	Вплив поля імпульсної дії	Потужність	Час дослідження
1. Ріпак озимий сорту «Чемпіон»	Жмих	05, мм – 7 мм	Спирт і гексан	Від 12 °С – до t кипіння розчинника	1:3, 1:5, 1:10, 1:20	У полі та без поля	255 Вт	Від 5 хв до 24 год
2. Соя сорту «Вінничанка»	Жмих	05, мм – 7 мм			1:3, 1:5, 1:10, 1:20			
3. Кава	Шлам	0,2 – 1 мм			1:3, 1:5, 1:10, 1:20			5 хв – 6 год

Група досліджень (рис. 1) показує інтенсифікування процесу екстрагування різними температурними режимами.

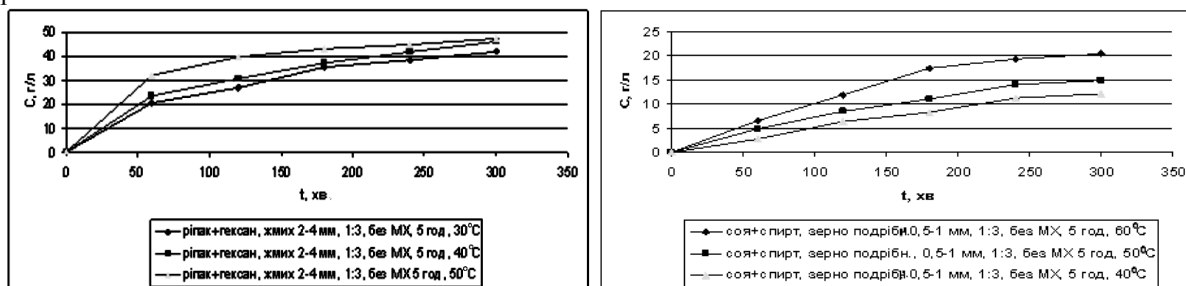


Рис. 1 – Залежність концентрації від часу під впливом різних температур при екстрагуванні олій із ріпаку і сої

Зі збільшенням температури підвищувалась швидкість екстрагування, що пов'язано зі збільшенням коефіцієнта масовіддачі, відбувався позитивний вплив на внутрішньо- та зовнішньодифузійний осередок, збільшувалась рушійна сила процесу та зменшувався опір його протікання.

Вплив температур при інтенсифікуванні екстрагування мікрохвильовим полем показано на рис. 2.

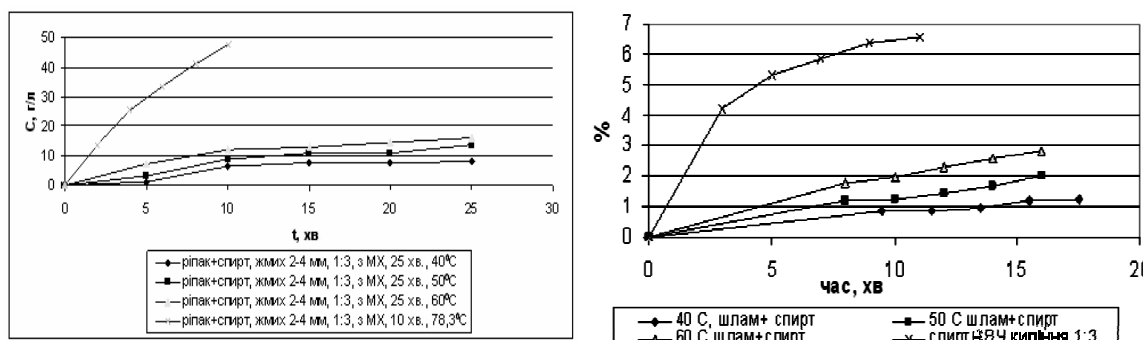


Рис. 2 – Залежність концентрації від часу під впливом різних температур

Значне збільшення швидкості екстрагування при кипінні розчинника пояснюється турбулізацією приграничного шару, що викликає значне зменшення дифузійного опору.

Серія дослідів (рис. 3), що показують вплив мікрохвильового поля на екстрагування ріпаку та сої.

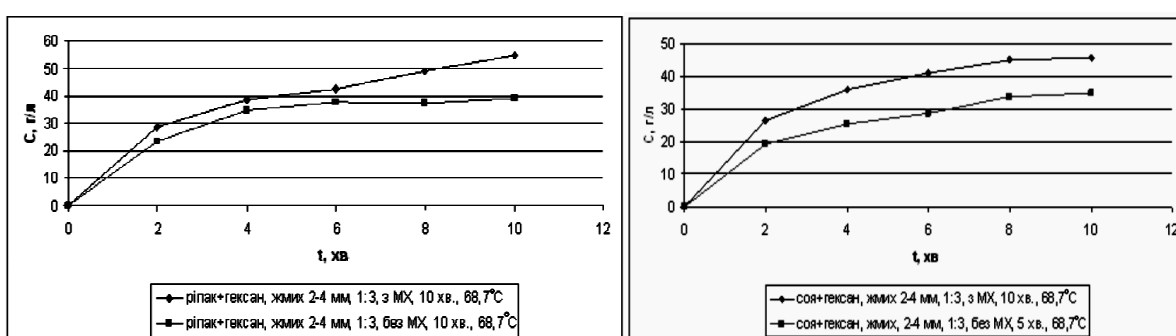


Рис. 3 – Вплив електромагнітного поля на процес екстрагування олії із ріпаку та сої

Вилучення олії зі жмиху відбувається дещо інтенсивніше при кипінні без впливу МХ поля. Це пов'язано з порушенням клітинної цілісності жмиху після проходження технологічної схеми пресування, а отже, значним полегшенням подальшого процесу екстрагування олії розчинником. Інтенсифікування процесу екстрагування мікрохвильовим полем відбувається шляхом підвищення тиску всередині капілярів рослинної сировини, з подальшою їх руйнацією та максимальним надходженням цільового компонента в екстрагент. Виникає бародифузійний потік, який сприяє значному скороченню часу процесу екстрагування і значному підвищенню вилучення із сировини цінних компонентів [4].

Із серії наступних досліджень (рис. 4) було визначено вплив гідромодуля на екстрагування жмиху ріпаку та сої в електромагнітному полі з різними розчинниками. Співвідношення сировини до розчинника 1:3 є найбільш оптимальним у порівнянні з 1:5, 1:10, 1:20 у проведенні цих досліджень.

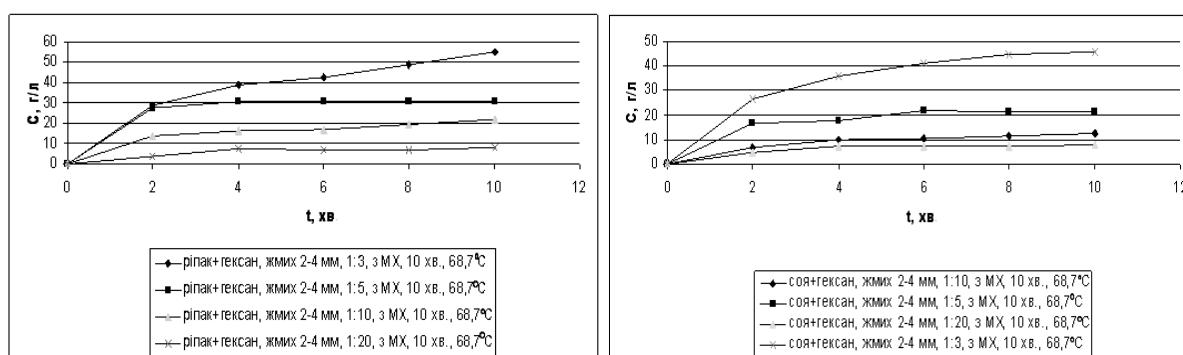


Рис. 4 – Залежність концентрації від часу під впливом гідромодуля

Наступний ряд досліджень (рис. 5) показує вплив характеру розчинника на процес екстрагування.

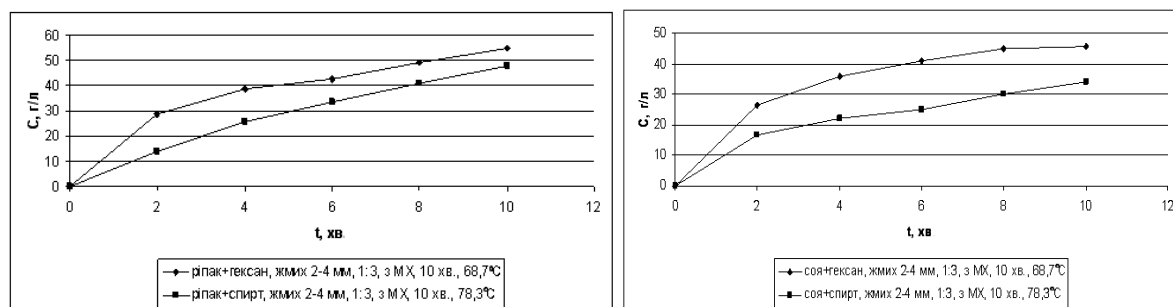


Рис. 5 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування ріпакової та соєвої олії різними розчинниками

Вплив діаметру часток на вилучення ріпакової та соєвої олії (рис. 6). Подрібнення — збільшення сумарної поверхні контакту сировини і розчинника, від якої залежить ступінь вичерпності сировини. Крім того, під час подрібнення, у різних напрямках розриваються верхні здерев'янілі шари клітин, відкриваючи внутрішні структури, замкнуті пори.

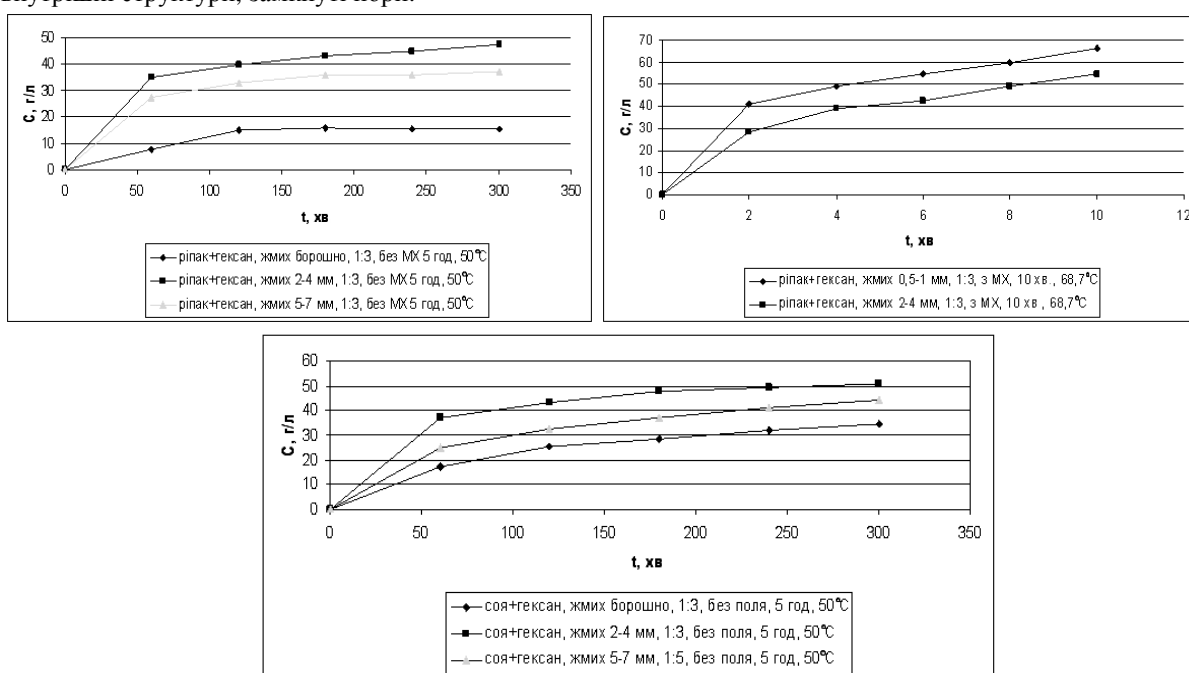


Рис. 6 – Вплив подрібнення на екстрагування олії із ріпаку та сої

На рис. 7 показано збільшення концентрації олії при оптимальному розмірі подрібнення сировини. При цьому слід зауважити, що фракція «борошно», яка має розмір менший за 0,25 мм, має меншу концентрацію вилученої олії у зв'язку з повним порушенням структури клітин, унаслідок чого процес дає нестабільний результат: при екстрагуванні разом із цільовими компонентами в розчин переходить і велика частина баластних речовин та утворюються нові структури — колоїдні форми. Тому мінімальний ступінь подрібнення 0,5 мм – 0,25 мм.

Визначення статичних характеристик процесу екстрагування.

Для узагальнення результатів експериментальних досліджень та визначення коефіцієнта масовіддачі необхідно знати статичні характеристики процесу екстрагування, такі як умови фазових рівноваг та коефіцієнт дифузії у системі «тверде тіло – розчинник».

Виявлено, що олії, які досліджуються, необмежено розчиняються у використаних екстрагентах. Коефіцієнт дифузії визначається за законом Фіка [4]:

$$j = -D \frac{dC}{dz} \tag{1}$$

де D – коефіцієнт молекулярної дифузії, м²/с;

$\frac{dC}{dZ}$ – зміна концентрації компонента у просторі;

$$j = \frac{dM}{Fd\tau} \quad (2)$$

j – питомий масовий потік – маса речовини, що передається через одиницю площі за одиницю часу.
З формул (1) та (2) отримуємо розрахункову формулу для коефіцієнта молекулярної дифузії.

$$D = \frac{dMdZ}{Fd\tau dC} \quad (3)$$

Значення dM , dZ , F , $d\tau$, dC отримали експериментально.

У результаті досліджень було отримано наступні коефіцієнти дифузії (табл. 2).

Таблиця 2 – Коефіцієнти дифузії рослинних олій

Олія	Розчинник	$D \cdot 10^9, \text{ м}^2/\text{с}$
Ріпак	спирт етиловий	1,2
Ріпак	гексан	1,28
Соя	спирт етиловий	0,99
Соя	гексан	1,21
Кава	спирт	1,13
Кава	гексан	1,07

Висновки. В результаті узагальнення проведених дослідів можна зробити такі висновки: на кінетику екстрагування олій із ріпаку, сої та шламу кави впливають розмір фракцій сировини, дія імпульсного електромагнітного поля, гідромодуль, температура, час екстрагування, вид розчинника. Що ж до інтенсифікування кінетики екстрагування дією МХ-поля, то використання МХ-технологій видається реальним і дуже перспективним, оскільки в процесі екстрагування задіяно механізм бародифузії, що збільшує вихід цільового компонента зі значним зменшенням тривалості процесу вилучення олій (до 97 %).

Література

1. Лукьянчук И.И., Калинин Л.Г., Тучный В.П. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Проблемы. Перспективы. — Киев-Одесса, 2000
2. Бандура В.М., Коляновська Л.М. Інтенсифікація екстрагування рослинних олій електромагнітним полем. // Наукові праці ОНАХТ, Вип. 39 Том. 2. — Одеса, 2011. — С. 186-190.
3. Бурдо О.Г. Процеси переробки шламу в технологіях виробництва розчинної кави / Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В. Ружицька Н.В. // Наукові праці ОНАХТ, Вип. 37. — Одеса, 2010. — С. 252 – 255.
4. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода». — Одесса, 2007 – 176 с.

УДК 62 229. 316. 0002. 51

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ВІД ВОСКУ

Осадчук П.І. канд. техн. наук, доцент

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса

Кудашев С.М. канд. техн. наук., ст. наук. співробітник

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено аналіз двох методів витягу воскових речовин з місцели соняшnikової олії: низькотемпературної кристалізації і застосування активних добавок у порівнянні з витягом воску під дією електростатичного поля. Ефективність методів оцінювалася з урахуванням складності здійснення процесів, повноти витягу воскових речовин і якості одержуваних олій і воску.

The analysis of two methods of self-control of cereous matters is conducted from misceli of sunflower-seed oil: low temperature crystallization and application of active additions in comparing to self-control of wax under the action of the electrostatic field. Efficiency of methods was estimated taking into account complication of realization of processes, plenitude of self-control of cereous matters and quality of the got butters, and wax.

Ключові слова: соняшникова олія, низькотемпературна кристалізація, активні добавки, електростатичне поле.

Вступ. У зв'язку із зростанням споживчого попиту на рослинні олії у фасованому і нефасованому вигляді для домашньої кулінарії, мережі суспільного і дієтичного харчування, однією з найактуальніших задач в умовах ринкової економіки, що складається, залишається підвищення якості і конкурентоспроможності вітчизняних видів рослинних олій, які мають підвищену біологічну цінність і стабільність у процесі тривалого зберігання. Основною сировиною для виробництва олій в Україні є насіння соняшнику, льону, озимого ріпаку, гірчиці, сої тощо. Провідну роль серед олійних культур звичайно відіграє соняшник. Річне виробництво соняшникової олії становить понад 1 млн т. Насіння соняшнику містить близько 55 % олії, а ядро – до 65 %.

При оцінці якості рослинної олії за фізико-хімічними показниками найбільш важливими є: колірне число, кислотне число, масова частка вологи і летючих речовин, масова частка фосфоровмісних речовин, воску.

Органолептичні показники значущі при визначенні типу та сировинної належності рослинних олій, фізичні – при ідентифікації рослинних олій, коли виявляють показник переломлення, в'язкість, температуру застигання.

Лева частка всіх показників якості припадає на процес очищення. Отож, чим краще очищена олія, тим вона в певній мірі якісніша.

Рафінація рослинних олій покликана виділити з них негативні домішки і речовини, які впливають на показники якості готового продукту. В залежності від призначення олії, її піддають повній або частковій рафінації різними способами, в основі яких лежать фізико-хімічні процеси.

Проаналізувавши всі методи очищення олії, важко не помітити складності технології очищення олії, масштабів і складності конструкцій та обладнання для проведення цих робіт, об'ємів затрат людської праці щодо обслуговування цих систем і, як в наслідок, величезних затрат матеріальних коштів для отримання якісної олії.

Соняшникова олія є складною багатокомпонентною системою, до складу якої входять гліцериди та супутні речовини, зв'язані між собою силами міжмолекулярної взаємодії.

Проблема. В останні десятиліття на світовому ринку продовольства зростає попит на жири рослинного походження. Про це, зокрема свідчить тенденція до підвищення їхньої частки у структурі жирів і рослинних олій, що спостерігається нині. У країнах ЄС ринок рослинних жирів вважається насиченим при споживанні їх у рік 16,2 кг з розрахунку на душу населення. Тому виробництво та переробка олійної сировини належать до провідних галузей світового агропромислового виробництва. Крім того, рослинні олії, тваринні й риб'ячі жири – базові продукти харчування людей, за рахунок яких забезпечується близько 30 % калорійного раціону. Приблизно 77 % загального виробництва масложирової продукції становлять харчові рослинні олії. Така тенденція обумовлена високими харчовими якість основних рослинних олій, споживання яких сприяє зміцненню здоров'я людей. Наявність у дієті підвищеної кількості насичених жирних кислот, фосфоліпідів, воску сприяє накопиченню холестерину в крові, що досить часто призводить до інфаркту міокарда серця й інших захворювань судинної системи. Тому дуже важливо правильно балансувати жирнокислотний склад їжі, звертаючи особливу увагу на зміст ненасичених жирних кислот, фосфоруотримувальних речовин, якими багаті рослинні олії. З огляду на важливість цієї групи продуктів харчування для існування людства, її обсяг у світі постійно збільшується. Якщо в 1999 році зробили 86 млн. т рослинних олій, то в 2009 році їхня кількість досягла 137,9 млн т, тобто загальний ріст склав 60,3 % або більше ніж 6,5 % у рік.

Видалення воскових речовин з максимальною якістю та з мінімальними енергетичними затратами можна досягнути за умов використання електростатичного поля, що й розглядається у цій роботі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наявні в літературі дані дозволяють віднести використання електричного поля в технологічних процесах оліє-жирового виробництва, зокрема при вирішенні проблеми витягу воскових речовин з олій або масляних місцел [1], до найбільш перспективних напрямків. У цьому випадку для порушення стабільності системи олія (місцела) — воску необхідно створити додаткові умови, за яких воскові частки зможуть поляризуватися в більшому ступені, ніж інші домішки [2].

Мета досліджень. Порушити стійкість системи олія — воскові речовини для витягу останніх можна шляхом зниження температури. Прояв у визначених умовах деякої полярності дозволяє досягнути кращого ефекту використовуючи додаткові фактори: електричне поле і хімічні реагенти, що сприяють утворенню сорбуючих воску емульсій.

Результати досліджень. У зв'язку з цим ми провели аналіз двох методів витягу воскових речовин з місцели соняшникової олії: низькотемпературної кристалізації і застосування активних добавок у порів-

нянні з витягом воску під дією електростатичного поля. Ефективність методів оцінювалася з урахуванням складності здійснення процесів, повноти витягу воскових речовин і якості одержуваних олій і воску.

Сутність методу електроосадження воску полягає в тому, що охолоджені місцели визначеної концентрації в безперервному потоці проходять через електростатичний осередок, що працює, у полі високої напруги. Завдяки відмітним властивостям воскові речовини відокремлюються від масляної фази, утворюючи воскову суспензію (концентрат) у зоні осаджувального електрода.

Виведення воскових речовин під дією електростатичного поля сприяє зміні деяких показників олії. Істотне значення при цьому має температура процесу. Зниження її викликає зменшення залишкового вмісту неомилених речовин, фосфатидів і токоферолів в олії. Це пояснюється тим, що більш низькі температури викликають швидке формування кристалів воскових речовин, що сприяє механічному захопленню інших супутніх речовин.

Ефективність методу витягу воску за допомогою електростатичного поля значно вища, ніж двох перших, що досягається завдяки спільній дії електричних і гравітаційних полів, напрямок векторів яких збігається. Сформовані при цьому воскові осадки містять менше нейтрального жиру, ніж при використанні низькотемпературної кристалізації та активних добавок, що полегшує наступне знежирення осадів. Розподіл компонентів при знежиренні проводиться в електростатичному полі на тій самій установці.

Таблиця – Ступінь видалення воскових речовин із соняшникової олії

Засоби вилучення	Температура, °C							
	Ступінь вилучення воску, %							
низькотемпературна кристалізація	-10	-5	0	5	10	15	20	25
	98	92	92	85	48	40	37	34
застосування активних добавок	-10	-5	0	5	10	15	20	25
	–	–	97	96	96	86	50	36
дія електростатичного поля	-10	-5	0	5	10	15	20	25
	–	–	98	97	97	97	83	49

Як видно з таблиці, за ступенем витягу воскових речовин найбільший ефект (98 %) досягається при дії електростатичного поля, трохи менший (97 %) — при застосуванні активних добавок. Кристалізація місцели соняшникової олії при низькій температурі дозволяє одержати ступінь витягу воску більший ніж 90 %.

Аналіз залежності ступеню витягу воску від температури для різних методів показує, що характер зміни при низькотемпературній кристалізації і в електростатичному полі практично однаковий, але електростатичне поле сприяє зсувові процесу в область більш високих температур.

Особливий інтерес становили розміри трат фосфатидів і токоферолів в олії при витягу воскових речовин порівнюваними методами. Отримані результати свідчать про те, що при дії електростатичного поля перехід фосфоруотримувальних сполук в олію значно менший, ніж при низькотемпературній кристалізації або при дії активної добавки.

У процесі низькотемпературної кристалізації виходить восковий осад мазеподібної консистенції з високим вмістом нейтрального жиру. Осад, одержуваний при обробці місцели активними добавками та в електростатичному полі, містить нейтрального жиру значно менше і відповідно має напівтверду консистенцію.

Осади розрізняються і за змістом інших компонентів, зокрема воску і фосфору. Використання електростатичного поля сприяє поліпшенню якості воскових осадів за цими показниками.

Висновки. Порівняльний аналіз досліджених методів одержання воску з місцели соняшникової олії показує, що найбільш ефективним є застосування електростатичного поля. Цей метод сприяє інтенсифікації процесу, дає підвищений вихід готового продукту і поліпшує його якість при незначних втратах в олії фосфатидів і токоферолів.

Література

1. Мгебришвили Т.В. Сильные электрические поля в технологических процессах масложирового производства. – Масложировая промышленность, 1973, № 7
2. Извлечение восков в электростатическом поле. /Е. В. Мартовщюк, Н. С. Арутюнян, В. М. Копейковский и др. – Масложировая промышленность, 1980, №6.
3. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности /[редкол.: В. П. Ржехин и др.]. - Л.: ВНИИЖ, 1967. - Т.І, кн.ІІ.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ ЯК ДЖЕРЕЛА АНТИОКСИДАНТІВ В ОЛІЙНО-ЖИРОВІЙ ГАЛУЗІ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Усатюк С.І., канд. техн. наук, доцент, Пелехова Л.С., аспірант, Усатюк О. М., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, які доводять перспективність використання софори японської в олійно-жировій галузі харчової промисловості. Встановлено, що нерафінована соняшникова олія, оброблена плодами софори японської, на 18...20 % стійкіша до процесів окиснення, має в 1,7 разу більшу загальноантиоксидантну активність, у порівнянні з необробленою олією, та виявляє бактерицидні властивості стосовно патогенної мікрофлори.

The theoretical and experimental studies that show the perspectives of Sophora japonica using in oils and fats industry have been carried out. It has been found that unrefined sunflower oil processed by Sophora fruits is oxidative stable on 18...20 % more and has an antioxidative activity in 1.7 times more than unprocessed oil and shows antibacterial properties against pathogenic organisms.

Ключові слова: софора японська, антиоксиданти, олія соняшникова нерафінована.

На стан здоров'я населення негативно впливає забруднення навколишнього середовища радіонуклідами і токсичними речовинами, під дією яких в організмі людини утворюється надлишкова кількість вільних радикалів, що призводить до передчасного старіння організму та погіршення його функціонування в цілому. Зменшити негативний вплив вільних радикалів мають здатність природні антиоксиданти, які виконують роль стабілізаторів біологічних мембран, дезактивуючи вільні радикали і перешкоджаючи розвитку ланцюгових вільнорадикальних процесів окиснення органічних сполук молекулярним киснем, передусім, ненасичених ліпідів тканин.

В олійно-жировій галузі харчової промисловості антиоксидантні речовини, натуральні та штучні, використовують з метою продовження терміну зберігання продуктів та захисту біологічно активних речовин у процесі їхнього виробництва та реалізації. Антиоксиданти синтетичного походження (бутилгідроксіанізол, бутилгідрокситолуол, пропілгалат, додецилгалат та ін.) є менш дорогими, але у зв'язку з побічними ефектами заборонені в багатьох країнах світу. Сьогодні популярності набувають антиоксиданти природного походження (аскорбінова кислота, токофероли, каротиноїди, флавоноїди, фенольні кислоти, катехіни та ін.), які, на відміну від штучних, є безпечними для організму людини та, окрім антиоксидантної, виявляють протипухлинні, антиканцерогенні та інші властивості. Природні та синтетичні антиоксиданти являють собою індивідуальні речовини або їхні суміші, функція яких полягає у стабілізації олій до процесів окиснення. Менш поширене використання екстрактів рослин, які мають антиоксидантну активність, але вносяться у дуже малих кількостях (0,01...0,02 %), виконуючи таким чином лише захисну функцію [1-5].

Актуальним є пошук рослинної сировини, яка б мала багатий склад біологічно активних речовин та високу антиоксидантну активність, тобто сприяла б стабілізації олій та підвищувала їхню біологічну цінність.

Постановка завдання. Метою проведених досліджень було встановлення перспективності використання софори японської як джерела біологічно активних речовин в олійно-жировій галузі харчової промисловості та доведення ефективності її використання як антиоксиданту для олійно-жирових продуктів.

Результати та обговорення. Високу антиоксидантну активність мають речовини флавоноїдної природи (рутин, кверцетин та інші), які у значній кількості містяться у софорі японській (див. табл. 1), що є сировиною для промислового одержання рутину і кверцетину. Ці сполуки мають найбільшу антирадикальну активність та виявляють капілярозміцнювальну, антиоксидантну, протівірусну, протизапальну, імунотропну і протипроменеву дію, а також мають здатність до комплексоутворення з важкими металами та радіонуклідами. Рутин нормалізує ритм серця, виступає синергістом аскорбінової кислоти та сприяє її накопиченню в наднирковиках та печінці. Крім рутину, у плодах софори знайдено такі флавоноїди, як кемпферол-3-софорозид, кверцетин-3-рутинозид, геністеїн-4-софоробіозид, нарцисин та інші. Різновидом флавонів є ізофлавоїди, які представлені в софорі лікозидом і глюкуронідом геністеїну та виявляють протизапальні й остеотропні (послаблення процесів резорбції кісток та збільшення їхньої мінеральної щільності) властивості [5-9].

Крім флавоноїдів, у плодах софори ідентифіковано 9 сполук флавоноїдної природи (флаванол тетраглікозид, софорабіозид, софорафлавонолозид, геністеїн, текторідин, сизотрин, 7,4-ді-галол-β-D-глюкопіранозид та ін.), а також азотовмісну фенольну сполуку N-ферулоїл-N-цис-ферулоїл-путресцин, яка разом з іншими флавоноїдами софори блокує активність тирозинази в меланоцитах шкіри людини. У плодах софори містяться такі мікроелементи, як (мг/г): К – 17,30; Са – 2,20; Mg – 1,2; Fe – 0,05. Із водних витягів плодів софори японської виділені полісахариди, вміст яких становить 4,9...8,16 %, серед них: водорозчинних полісахаридів – 3,9...5,0 %, пектинових речовин – 10,3...15,2 %, геміцелюлози – 7,4...8,5 % [9].

Таблиця 1 – Вміст рутину в різних частинах софори японської

Показник	Вміст у софорі японській				
	бутони	пуп'янки	суцвіття	незрілі плоди	плоди, зібрані в зимовий період
Рутин, %	16,5...20	12...18	9...10	5...7	3...4

Насіння софори містить 3,5...4 % ізофлавоноїдів, тритерпени, алкалоїди (цитизин, N-метилцитизин, софоапрін, матрин, оксиматрин), амінокислоти, полісахариди та до 10 % жирної олії. Склад ліпідної фракції олії: нейтральних ліпідів – 39,04...40,42 %, гліколіпідів – 9,18...9,73 %, фосfolіпідів – 54,95 % стосовно загальної маси ліпідної фракції. Фосfolіпідиди підвищують активність антиоксидантних систем організму, нормалізують роботу печінки і головного мозку, знижують рівень холестерину. Жирні кислоти представлені 15 кислотами. Співвідношення жирних кислот у софорі японській наведено в табл. 2. З них у найбільшій кількості міститься пальмітинова, лінолева, олеїнова та стеаринова, домінує лінолева – 54,95 %, яка належить до ПНЖК родини омега-6. Відсутність або недостатня кількість таких кислот затримує ріст молодого організму, знижує репродуктивні функції, сприяє процесу тромбоемболії. ПНЖК підвищують тонус кровоносних судин, знижують рівень тригліцеридів у крові, нормалізують артеріальний тиск, покращують функції внутрішніх оболонок судин. В організмі людини з лінолевої кислоти утворюється весь набір омега-6 кислот [9-11].

Таблиця 2 – Співвідношення жирних кислот в олії, виділеній з насіння софори японської

Жирні кислоти	НЖК	МНЖК	ПНЖК
Вміст, %	4	63	75,3

У фармацевтичній промисловості на основі софори японської виготовляють препарати, що запобігають капілярним крововиливам, зміцнюють стінки кровоносних судин, мають заспокійливу, антиоксидантну, антигельмінтну, радіопротекторну, фунгіцидну та протизапальну дію. Крім того, софора японська ефективно діє на процеси нормалізації маси тіла, зниження рівня глюкози і холестерину у сироватці крові, проявляє протипухлинну активність, застосовується при лікуванні безпліддя і має яскраво виражену антибактеріальну дію щодо бактерій *S.aureus*, *Str.haemolyticus*, *Str.mitis*, *Ps.aeroginasa*, *E.coli*, *B.subtilis*, *K.pneumoniae*, *S.albicans*. Препарати, виготовлені на основі софори японської, є нетоксичними, що не обмежує її використання у харчовій промисловості [7, 9, 12-15].

Незважаючи на значну кількість біологічно активних речовин, на сьогодні використання софори японської обмежується лише фармацевтичною промисловістю. Нами запропоновано використання софори японської як сировини, що містить антиоксиданти природного походження для стабілізації рослинної олії, оскільки окисні процеси, які відбуваються в оліях у процесі зберігання за температури 25...30 °С, є причиною змін не тільки їхніх органолептичних властивостей, але й зниження її харчової та біологічної цінності. Для доведення ефективності використання софори японської як антиоксиданту було отримано нерафіновану соняшникову олію, оброблену плодами софори японської, та досліджено її на стійкість до процесів окиснення під час зберігання, встановлено бактерицидні властивості щодо патогенної мікрофлори та загальну антиоксидантну активність.

Для встановлення стійкості до процесів окиснення соняшникову олію, отриману методом холодного пресування та оброблену подрібненими плодами софори японської у кількості 10 % до її маси в умовах розрідження при перемішуванні за температури 25...30 С, зберігали протягом 6 місяців за температури 20...25 °С у негерметичній ємності без доступу світла, контролюючи зміну кислотного та пероксидного числа з періодичністю один раз на місяць. Результати досліджень наведено на рис. 1, 2.

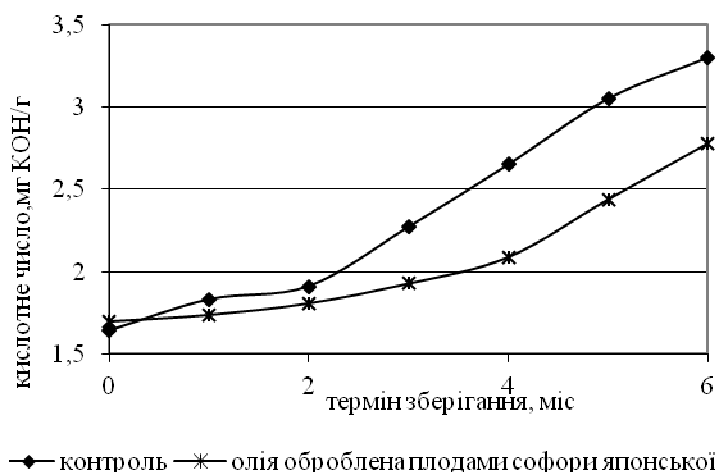


Рис. 1 – Динаміка кислотного числа в процесі зберігання нерафінованої соняшникової олії, обробленої плодами софори японської

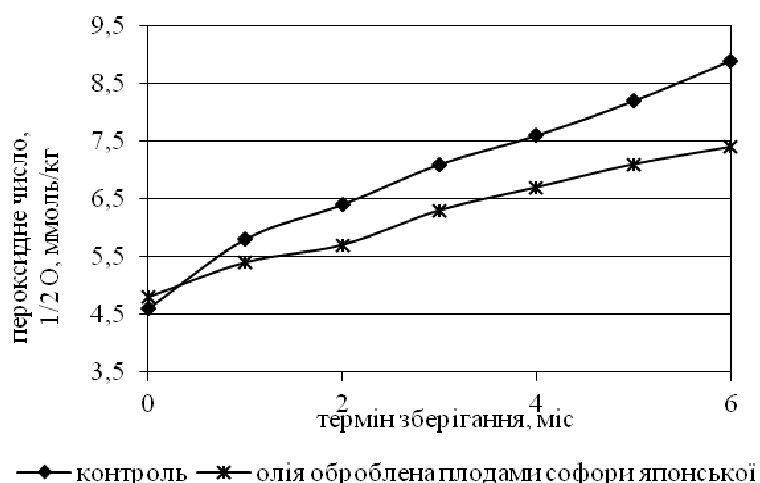


Рис. 2 – Динаміка пероксидного числа в процесі зберігання нерафінованої соняшникової олії, обробленої плодами софори японської

Оскільки софора японська має бактерицидні властивості, було досліджено бактерицидні властивості олії, обробленої плодами софори японської, стосовно бактерій *E.coli* та *S.Aureus* (див. табл. 3).

Таблиця 3 – Бактерицидні властивості олії, обробленої софорою японською, стосовно патогенної мікрофлори

Патогенні мікроорганізми	Штам мікрофлори	Кількість мікроорганізмів, КУО/г		
		Суспензія (контроль)	Олія соняшникова нерафінована (контроль)	Олія, оброблена софорою японською
<i>Escherichia coli</i> , КУО/г	055 ATCC 25923(7-80)	$4,5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^3$
<i>Staphylococcus Aureus</i> , КУО/г	ПСК 049065=KIA 209P=ATC 6538P=NCTC 7447=ADA	$4,5 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^3$

Наведені результати свідчать про те, що олія, оброблена плодами софори японської, виявляє бактерицидні властивості стосовно бактерій *E.coli* та *S. Aureus*. У зв'язку з цим може бути використана як сировина для виробництва харчових продуктів, що піддаються мікробіологічному псуванню, викликаному вищевказаними збудниками.

Нерафіновану соняшникову олію, оброблену плодами софори японської, досліджено на загальну антиоксидантну активність у перерахунку на вітамін Е (див. табл. 4). Загальна антиоксидантна активність обробленої олії зростає в 1,7 разу в порівнянні з необробленою, що підтверджує ефективність використання плодів софори японської.

Таблиця 4 – Загальна антиоксидантна активність олії до та після оброблення софорою японською

Показник	Олія соняшникова нерафінована (контроль)	Олія, оброблена софорою японською
Загальна антиоксидантна активність у перерахунку на вітамін Е, мг%	48,3	83,1

Висновки. У результаті проведених досліджень доведено доцільність та ефективність використання софори японської в олійно-жировій галузі харчової промисловості з метою підвищення стійкості олії у процесі зберігання, підвищення загальної антиоксидантної активності та виявлення бактерицидних властивостей стосовно патогенної мікрофлори.

Література

1. Некрасова Т.Э. Натуральные антиоксиданты для масложировой продукции / Т.Э. Некрасова // *Масла и жиры*. – 2005. – № 4 (50). – С. 1-2.
2. Макаров В.Г. Изучение механизма антиоксидантного действия витаминов и флавоноидов / В.Г. Макаров, М.Н. Макарова, А.И. Селезнева // *Вопросы питания*. – 2005. – № 1. – С. 10-13.
3. Beddows C.G. Effect of ascorbyl palmitate on the preservation of α -tocopherol in sunflower oil, along and with herbs and spices / C.G. Beddows, C.C. Jagait, M. J. Kelly // *Food Chemistry*. – 2001. – Vol.73. – P. 255-261.
4. Wagner K.H. Effect of tocopherols and their mixtures on the oxidative stability of olive oil and linseed oil under heating / K.H. Wagner, I.F. Elmadfa // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* – 2000. – Vol.102. – P. 624-629.
5. Silva F.A. Effects of phenolic propyl esters on the on the oxidative stability of refined sunflower oil / F.A. Silva, F.F. Borges, M.A. Ferreira // *J. Agric. Food Chem.* – 2001. – Vol.49. – P. 3936-3941.
6. Великородов А.В. Изучение химического состава плодов и соцветий софоры японской (*SOPHORA JAPONICA L.*) интродуцированной в Астраханской области / А.В. Великородов, В.В. Федорович, И.А. Шевцова // *Естественные науки*. – 2010. – № 2 (31). – С. 164-169.
7. Лупа В.І. Використання отруйних рослин у медицині – рід софора (*SOPHORA L.*) / В.І. Лупа // *Фітотерапія. Часопис*. – 2008. – № 4. – С. 35-42.
8. Максютіна Н.П. Попередні дослідження по отриманню кверцетин-концентрату з пуп'янків софори японської / Н.П. Максютіна, І. С. Чолак, О.В. Ковальський // *Фітотерапія. Часопис*. – 2006. – № 1 – С. 65-67.
9. Чолак І.С. Нові біологічно активні сполуки в сировині софори японської (*SOPHORA JAPONICA L.*) та їх біологічна активність (огляд літератури) / І.С. Чолак // *Фітотерапія. Часопис*. – 2010 – № 4. – С. 79-82.
10. Jing-Hua Wang. A Flavonol tetraglycoside from Sofora japonica seeds / Jing-Hua Wang, Feng-Chang Lou, Ya-Lin Wang, Yu Ping Tang // *Phytochemistry* 63. – 2003. – P. 463-465.
11. Шилов В. Н. Здоровое питание. Практические советы / В. Н. Шилов, В. П. Мицьо. – М.: Парус, Равновесие, 2006. – 237 с.
12. Ролік С. М. Перспективи застосування настоянки софори японської в сучасній стоматології / С. М. Ролік, О.Ф. Пімінов // *Експериментальна і клінічна медицина*. – 2007. – № 1. – С. 41-42.
13. Ролік С.М. Обґрунтування вмісту настоянки софори японської у складі м'якого лікарського засобу для фармакотерапії стоматологічних захворювань/ С.М. Ролік, О.Ф. Пімінов, Л.І. Шульга, О.А. Шакун // *Фармацевтичний журнал*. – 2009. – № 2. – С. 133-136.
14. Тернинко І.І. Створення комплексної настоянки з лікарської рослинної сировини і вивчення її антимікробної активності / І.І. Тернинко, Н.В. Вітохіна, С.Ю. Штепа // *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. – 2008. – Т. 3. № 2. – С. 48-49.
15. Цисельский Ю.В. Влияния биофлавоноидов софоры на антиоксидантно-прооксидантный статус крыс с экспериментальным сахарным диабетом 2 типа / Ю.В. Цисельский, А.П. Левицкий // *Проблемы эндокринной патологии*. – 2008. – № 1. – С. 64-68.

ПОИСК ПУТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ АДсорбЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Мольченко С.Н., преподаватель, Демидов И.Н., д-р техн. наук, профессор
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков
Савус А. А., зам. председателя правления
АО «Стома», г. Харьков

В статье приведены результаты исследований извлечения жиров из отработанных адсорбентов производства пищевых растительных масел водными растворами серной кислоты контактным способом.

The results of studies of fat extraction from spent adsorbent properties of food production of vegetable oils with aqueous solutions of sulfuric acid by contact.

Ключевые слова: отбельная глина, серная кислота, извлечение жиров из отработанных адсорбентов, отходы масложировой промышленности.

Постановка проблемы в общем виде. Проблемам использования побочных продуктов различных производств в настоящее время уделяется большое внимание. В первую очередь это связано с экологической стороной удаления отходов и направлено на целесообразное и экономически выгодное дальнейшее их применения в различных отраслях промышленности.

В масложировой промышленности одними из основных отходов производства являются отработанные адсорбенты (отбельные глины), применяемые при отбеливании всех видов пищевых масел и жиров. Содержание масел и жиров в отходах довольно высоко и составляет от 25 % до 65 % от их массы в зависимости от марки используемого адсорбента и применяемого способа отжима при выгрузке осадка из фильтрпрессов.

Отработанные отбельные глины используются в качестве обогащения корма для сельскохозяйственных животных [1,2] или утилизируются.

Существующая технология утилизации данных отходов предусматривает их захоронение на свалках твердых бытовых отходов. Однако при доступе воздуха на развитой поверхности бентонитов и диатомитов начинается интенсивное окисление растительных масел, что приводит к самопроизвольному возгоранию. Происходит неконтролируемое горение данных отходов с выбросом в атмосферу различных токсичных веществ. В настоящий момент свалки не имеют лицензий на захоронение опасных отходов, и в дальнейшем будут штрафовать за приём самовоспламеняющихся отходов, которыми являются отработанные бентонитовые отбельные глины и диатомитовые фильтровальные порошки.

На наш взгляд жиры необходимо извлекать, а оставшийся отработанный сорбент (отбельные глины) размещать на свалках либо направлять в производство строительных материалов. Часть отработанных отбельных глин может быть использована при выработке мыльных паст для мытья рук, чистки раковин и других загрязненных поверхностей, а также в качестве технологической смазки на метизных заводах.

Извлекаемые жиры по своим характеристикам близки к маслам, экстрагируемых из жмыха семян масличных культур на маслоэкстракционных предприятиях, и могут быть использованы для производства олифы, консистентных смазок, биодизельного горючего и т.д.

Таким образом, поиск новых путей рационального использования отходов масложировой промышленности для отечественных предприятий является перспективной и актуальной задачей как с точки зрения улучшения экологической обстановки, так и с точки зрения экономии жировых ресурсов.

Анализ последних исследований и публикаций. В ранее проведенных исследованиях была показана возможность использования для извлечения масла (жира) из отработанного сорбента этилового спирта и показано его преимущество перед нефтяными растворителями [3]. Использовались контактный и перколяционный способы извлечения масла.

При исследовании контактного способа извлечения жира были установлены оптимальные условия проведения экстракции, при которых достигается максимальное извлечение масла из отработанного адсорбента: соотношение адсорбент: растворитель – 1:5; время экстракции – 3 ч; число ступеней экстракции – 2. В этих, найденных нами условиях, были проведены контрольные опыты. В результате средняя остаточная маслянисть обезжиренного сорбента составляла не более 2,0 % [4]. Получена математическая модель этого процесса.

При использовании перколяционного способа исследовалась степень экстракции при различных температурных режимах (при $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$). Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Извлечение масла из отработанного адсорбента

Соотношение отб. глина – растворитель	Общее количество извлеченного масла, %		Остаточная масляность сорбента, %	
	при $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
1:1	40,32	52,25	16,94	14,65
1:2	69,04	74,64	8,79	7,11
1:3	81,46	85,49	5,26	4,07
1:4	89,15	93,73	3,08	1,76
1:5	92,94	96,35	2,00	1,02
1:6	95,23	97,72	1,36	0,64
1:7	96,67	98,93	0,96	0,3
1:8	97,53	99,29	0,69	0,2

Как видно из таблицы при извлечении масла перколяционным способом при соотношении сорбент: растворитель – 1:4 и $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ были получены следующие результаты: общее количество извлеченного масла составляет $> 90\%$, остаточная масляность – $< 2\%$, что говорит о преимуществе использования перколяционного способа извлечения масла [5].

Однако, для экстракции растворителями необходимы довольно дорогие взрывобезопасные условия проведения процесса, здания и оборудование. Поэтому далее было принято решение исследовать процесс извлечения масла водными растворами. В качестве компонента, который способствует извлечению жира из отработанного адсорбента водой, использовали различные вещества. Из довольно широкого набора таких веществ, изученных на стадии предварительных исследований, была выбрана серная кислота по многим основаниям. Среди критериев отбора вещества – активатора экстракции были такие: эффективность, дешевизна, относительная безвредность (минимальная токсичность) и другие.

Цель исследования. Исследование процесса извлечения жиров из отработанных адсорбентов производства пищевых растительных масел водными растворами серной кислоты контактным способом. Определение оптимальной концентрации кислоты и других условий процесса.

Изложение основного материала исследования. Объектом исследования был выбран отработанный адсорбент марки «Tonsil», производства фирмы Sun – Chemie AG (Германия), полученный на Харьковском жировом комбинате (ХЖК); общее содержание масла составляло около 27 %.

Эксперименты проводились в реакторе с мешалкой при интенсивном перемешивании, что хорошо имитирует производственные условия. Водную экстракцию проводили при температуре, близкой к температуре кипения экстрагента с водными растворами серной кислоты концентрацией 7 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % и 30 %. Соотношение сорбент: раствор кислоты – 1:5 (было установлено по данным предварительных экспериментов), время экстракции варьировалось от 3 до 9 часов.

После перемешивания отработанного адсорбента в водном растворе кислоты расчётной концентрации и в течение расчётного времени, смесь отстаивали до выпадения в осадок твердых частиц адсорбента. Над водным раствором кислоты, также после отстаивания, находился слой жира (масла), извлечённый из адсорбента. Водный раствор кислоты, на поверхности которого находилось масло, декантировали из реактора. Затем водный и жировой слои разделяли, извлечённое масло высушивали до постоянной массы и определяли его количество. Частично обезжиренный адсорбент также высушивали, определяли его массу и содержание остаточного жира в адсорбенте. Содержание остаточного жира в адсорбенте определяли методом исчерпывающей экстракции в аппарате Сокслета с использованием диэтилового эфира в качестве растворителя. Следует отметить, что условия сушки адсорбента перед загрузкой в аппарат Сокслета имеют существенное значение. Так если адсорбент после экстракции из него жиров водным раствором кислоты, высушивали при температуре $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, то дальнейшая экстракция жира из адсорбента в аппарате Сокслета проходила не полностью. По-видимому, это можно объяснить тем обстоятельством, что в водном растворе, остававшемся в сорбенте, происходило высушивание воды, а остаточная серная кислота не упаривалась. Эта кислота при температуре сушки вступала в реакцию с маслом, вероятнее всего по месту расположения двойных связей радикалов ненасыщенных жирных кислот. Образовавшиеся сульфопроизводные сорбируются на сорбенте таким образом, что извлечение таких суль-

фопроизводных жиров в стандартных условиях экстракции не происходит. В случае высушивания частично обезжиренного адсорбента при температуре 30 °С – 35 °С в вакууме, экстракция остаточного жира в аппарате Сокслета происходила в достаточной мере. Об этом свидетельствует то, что баланс по маслу, извлечённому из сорбента водным раствором кислоты и извлечённого в аппарате Сокслета диэтиловым эфиром – сходится в пределах погрешности эксперимента.

Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Извлечение масла из отработанного адсорбента

Концентрация растворов H ₂ SO ₄ , %	Время, ч	Общее количество извлеченного масла, %	Остаточная маслячность сорбента, %
7	6	12,0	8,41
10	3	7,1	10,6
10	6	13,49	4,3
10	9	17,2	6,25
15	3	10,4	9,68
15	6	15,65	3,36
15	9	17,56	6,16
20	6	13,03	8,34
25	6	13,47	5,82
30	6	13,71	9,54

Как видно из таблицы наилучший результат (~3,4%), по остаточной маслячности сорбента, был получен для водного раствора кислоты – 15 % и продолжительности процесса – 6 часов. Такой сорбент уже не самовоспламеняется и не горит. В дальнейшем предстоит изучить свойства извлечённого масла и предложить сферы его применения, а также предложить возможные сферы применения сорбента, после его обработки водным раствором кислоты и сушки.

Выводы

1. Применение предложенного способа решит проблему рационального использования производственных отходов, что в дальнейшем позволит получить дополнительную прибыль от реализации извлечённого масла.

2. Проведенные нами исследования дают основание утверждать, что извлечение жиров из отработанных адсорбентов производства пищевых растительных масел возможно достичь путем водной экстракции.

Литература

1. Использование побочных продуктов и отходов масложировой промышленности в кормлении сельскохозяйственных животных /Тр. ВНИИЖ – Л., 1981.
2. Использование отходов масложировой промышленности в животноводстве. /Сб. ЦНИИТЭИпищепром, сер. 6. Вып. 1 - М., 1982.
3. Демидов И.Н. Использование этанола в масложировой промышленности. Научно-виробничий журнал «Олійно-жировий комплекс»: Днепропетровск. – 2004. – №1(4). – с. 27-29.
4. Савус А.А., Мольченко С.Н., Демидов И.Н. Извлечение жиров из отработанного адсорбента производства пищевых растительных масел. // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП» – 2011. – № 9. – с. 7-9.
5. Савус А.А., Мольченко С.Н., Демидов И.Н. Извлечение жиров из отработанного адсорбента производства пищевых растительных масел перколяционным методом. // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП» – 2011. – № 58. – с. 48-51.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НОРИИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ СВОЙСТВАМИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАПОЛНЕНИЯ КОВШЕЙ

Хобин В.А. д.т.н., проф. Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Кирьязов И.Н., компания С-инжиниринг, г. Одесса

Обоснована актуальность математического моделирования нории для разработки систем оптимального управления загрузкой поточно-транспортных линий. Проведена структуризация модели нории и разработана модель процесса заполнения ее ковшей сыпучим материалом, наиболее сложная в комплексе моделей.

The mathematical modelling bucket elevator urgency for system optimum control engineering by continuous-transport lines loading is proved. The model bucket elevator structurization is carried out and process of filling of its ladles model by a loose material (the most complex in a models complex) is developed.

Ключевые слова: нория, поточно-транспортная линия, загрузка, оптимальное управление, математическая модель, заполнение ковшей.

1. Принципиально важные особенности работы норий для задачи управления их загрузкой в составе поточно-транспортной системы

Нория (ковшовый конвейер) – устройство, предназначенное для подъема сыпучих материалов (СМ) в вертикальном направлении. Нории являются обязательным и важнейшим видом транспортного оборудования предприятий по перевалке, хранению и переработке СМ, в частности – зерна. Практика показывает, что нории, входя в состав поточно-транспортных линий (ПТЛ) этих предприятий, становятся их «узким местом» по производительности, во многом определяя время выполнения транспортной операции и существенно влияя на ее удельные энергозатраты.

Нарушения, связанные с режимами работы, вызываются перегрузками норий транспортируемым СМ, в частности зерном, или снижением, по различным причинам, транспортирующей способности их грузонесущих органов (ленты с ковшами). Они сводятся к двум основным видам: а) перегрузке по массе транспортируемого СМ; б) перегрузке по объему транспортируемого СМ. Кратко рассмотрим их последствия.

При перегрузке по массе одновременно (синхронно) происходит перегрузка ПЭД нории по величине потребляемого им из питающей сети тока, и, как следствие, постепенный перегрев ПЭД вплоть до предельно допустимого значения. Предотвращая перерастание этой аварийной ситуации (обозначим ее как событие S1) в аварию, суть которой – выход ПЭД из строя из-за потери изоляции его обмоток своих свойств, реле тепловой защиты (РТЗ) отключает ПЭД от сети в аварийном режиме. Одновременно, система автоматического (логического) управления оборудованием всей ПТЛ, предотвращая (блокируя), после S1, формирование многотонных завалов сыпучего материала в точке его перегрузки с транспортера в башмак нории, отключает в аварийном режиме все конвейеры, предшествующие нории. Необходимо отметить, что перегрузки норий СМ по массе и аварийные отключения ПЭД (события S1) могут происходить, как правило, тогда, когда ПЭД норий выбраны исходя из условий максимально экономичной их эксплуатации, т.е. без существенных запасов по мощности. Отметим, что вероятность S1 существенно повышается при снижении напряжения в сети питания ПЭД ниже его номинального значения.

При перегрузке по объему, которая может возникнуть даже при существенной недогрузке нории по массе СМ, коэффициент заполнения ковшей нории принимает, для текущих условий работы нории, максимально достижимое (критическое) значение. Этому значению соответствует максимально достижимое (критическое) значение объемной производительности нории. При перегрузке по объему объемная производительность конвейеров, подающих СМ в норию, становится выше критического значения объемной производительности нории. Это приводит к непрерывному повышению количества и уровня (квазиуровня) СМ сначала в башмаке нории, а, далее, и восходящей ветви норийной трубы. Для предотвращения развития этой аварийной ситуации в аварию, суть которой – заклинивание норийной ленты в трубе сыпучим материалом, в башмаке нории устанавливают датчик-реле подпора (ДП), который, через некоторую выдержку времени после его срабатывания, отключает ПЭД нории и подающих конвейеров от сети в аварийном режиме. Обозначим это событие как событие S2. Подчеркнем, что значение уровня подпора СМ в башмаке нории примерно соответствует критическому коэффициенту заполнения ковшей нории СМ.

При достижении уровнем СМ в норийной трубе критического значения начинается заклинивание норийной ленты этим зерном. Это сопровождается резким возрастанием нагрузки на электродвигатель, провоцированием пробуксовки ленты относительно приводного барабана, ее перегревом, возрастанием рисков ее возгорания и/или обрыва, падения в норийные трубы и первичного пылевоздушного взрыва. Очевидно, что нарушения, вызванные перегрузкой нории по объему транспортируемого СМ, являются потенциально наиболее опасными, т.е. имеют более тяжелые последствия. Это, в частности, связано с тем, что завалы норий возникают чаще для СМ с низкой объемной массой и большим пылевыведением.

Замечание. Понятие «уровень» сыпучего материала (зерна) в башмаке нории достаточно условно, поскольку большая его часть находится в постоянном и разнообразном движении. Именно поэтому предлагается, в качестве целесообразной альтернативы, использовать понятие «квазиуровень». Так, перемещение сыпучего материала ковшами приводит к тому, что количество этого материала и его «уровень» в той части башмака, которая соответствует восходящей ветви норийной ленты, будет значительно выше, чем в противоположной части. Важно, что у стенок башмака нории интенсивность движения СМ мала. Именно у стенок башмака, соответствующих восходящей ветви норийной ленты, устанавливаются датчики подпора СМ. Поэтому здесь и далее понятие «уровень» сыпучего материала в башмаке нории будем понимать как его уровень в вертикальном сечении башмака нории, проходящем через датчик подпора, у стенки, где он установлен.

2. Задача эффективного управления процессом транспортировки зерна ПТЛ с норией и проблемы ее решения

Рассмотренные выше принципиально важные особенности работы норий позволяют сформулировать задачу оптимального управления процессом перегрузки СМ ПТЛ, в состав которой входит нория, следующим образом: необходимо обеспечить такую загрузку (производительность) нории и всей ПТЛ транспортировки СМ, при которой обеспечивается максимальная энергетическая эффективность процесса транспортировки и гарантируется отсутствие возникновения аварийных ситуаций, связанных с перегрузкой нории как по объему, так и по массе транспортируемого СМ.

Основная сложность решения сформулированной задачи определяется особенностями нории и предшествующих ей транспортеров как объекта управления (ОУ):

а) значения критических производительностей различных сыпучих материалов, и, как следствие, критической степени заполнения ковшей, при которой начинается процесс завала нории, априори неизвестны. Они зависят от большого количества факторов: механических характеристик транспортируемого СМ, в частности его фракционного состава и коэффициента внутреннего трения, технического состояния нории, в частности, степени проскальзывания ленты относительно приводного барабана, количества частично или полностью оборванных ковшей, изменения степени натяжения норийной ленты и степени ее перекоса. Последние характеристики влияют на амплитуду и частоту пространственных колебаний грузонесущего органа нории и, следовательно, на фактическую степень заполнения ковшей сыпучим материалом при его транспортировании.

б) при регулировании подачи (расхода) СМ на норию изменением степени открытия подсилосной задвижки время запаздывания в канале регулирования будет во много раз превосходить инерционность ОУ;

в) свойства нории как ОУ по каналу «расход СМ на входе в норию – расход СМ на выходе из нории» изменяются от статических («с самовыравниванием»), когда коэффициент заполнения ковшей ниже критического, до астатических («без самовыравнивания»), когда коэффициент заполнения ковшей становится критическим, и начинается процесс завала нории зерном.

Необходимо подчеркнуть, что режим работы нории на границе критического заполнения ковшей является энергетически наиболее выгодным режимом, т.к. при этом обеспечивается максимально возможная производительность нории и всей ПТЛ. Важно, что задачу максимизации экономической эффективности работы транспортной линии при гарантировании предотвращения перегрузки и завала нории нельзя свести к задаче стабилизации тока или мощности ее ПЭД на предельно допустимом уровне, так как однозначная связь между критической степенью заполнения ковшей и потребляемой мощностью ПЭД нории отсутствует. Все это делает задачу управления процессом транспортировки СМ ПТЛ нетривиальной и требует для разработки специальных проблемно ориентированных и эффективных алгоритмов управления.

Разработка таких алгоритмов, в свою очередь, требует разработки математической модели транспортировки СМ всей ПТЛ. Последняя, в конечном итоге, должна быть реализована в форме имитационной модели. Она позволит проводить компьютерные эксперименты, адекватные реальным условиям работы ПТЛ, в ходе которых появляется возможность исследовать работоспособность и сравнивать эффективность альтернативных алгоритмов для САУ. Очевидно, что наиболее сложной составляющей модели ПТЛ как ОУ, будет являться модель нории.

3. Анализ существующего математического описания процессов транспортирования сыпучих материалов нориями

Математическое описание процессов в нориях, имеющееся в литературных источниках, см. [1 – 4], ориентировано, в основном, на решение задач их конструирования. При этом все рекомендуемые расчеты производятся, как правило, для номинального режима работы норий. В этих расчетах значения таких важнейших переменных, как коэффициент заполнения ковша (ψ), коэффициент сопротивления при зачерпывании СМ ($C_{зч}$) и т.п. принимаются фиксированными, соответствующими номинальному режиму работы нории. Изменения уровня или количества СМ в башмаке нории и процессы, которые вызываются этими изменениями, по крайней мере, в явной форме, в [1 – 4] не рассматриваются. Поэтому, для математического описания процессов транспортирования сыпучих материалов нориями, как ОУ, имеющееся описание должно быть существенно доработано.

Отметим, что из приведенных источников наиболее подробно процессы, происходящие в нории, описаны в [1].

4. Структура математической модели нории как ОУ

Структура модели, см. рис. 1, отражает декомпозицию и взаимосвязь процессов, протекающих в нории. Она включает модели самой нории и ее приводной станции (привода).

Модель нории включает:

- модель процесса заполнения ковшей материалом в башмаке нории;
- модель процесса транспортирования материала на вертикальном участке нории;
- модель процесса разгрузки материала в головке нории;
- модель формирования нагрузки на рабочий орган нории.

Модель приводной станции включает:

- модель функционирования ПЭД, точнее модель его основных рабочих характеристик;
- модель функционирования реле тепловой защиты ПЭД;
- модель передачи момента вращения от ПЭД к приводному барабану нории через редуктор.

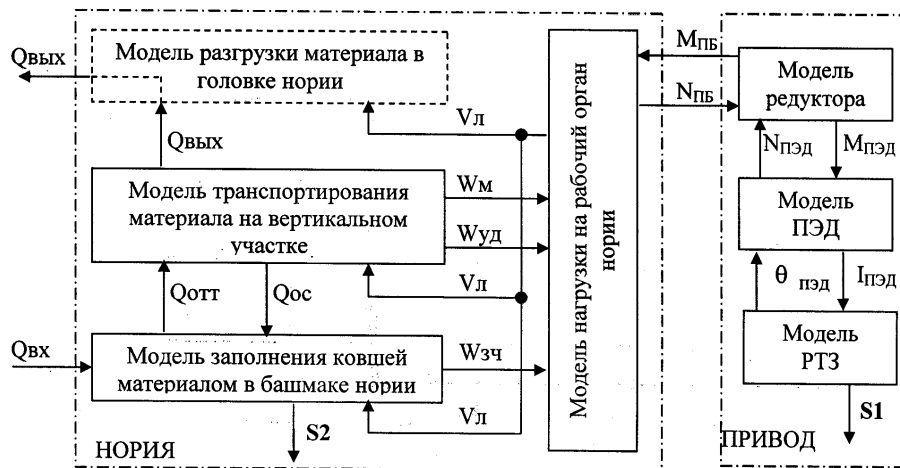


Рис. 1 – Структурная схема модели нории и ее приводной станции

Отметим, что строгое математическое описание указанных процессов, в особенности движения сыпучего материала и изменений его поверхности в башмаке нории, весьма сложно. Вместе с тем, для рассматриваемой нами задачи достаточно приближенного описания. Это объясняется тем, что все неточности (упрощения) описания можно отнести к неконтролируемым возмущениям, последствия которых на практике компенсируются управляющими воздействиями САУ, формируемыми в цепях их обратных связей.

В рамках данной статьи рассмотрим только моделирование процесса заполнения ковшей сыпучим материалом в башмаке нории.

5. Поток сыпучего материала в нории и модель формирования в ее башмаке уровня СМ

Подача СМ в норию может осуществляться «по ходу» и «против хода» движения ковшей. В первом случае заполнение ковшей выполняется «зачерпыванием», во втором – и «засыпанием» и «зачерпыванием». Вне зависимости от способа подачи в башмаке нории быстро формируется определенный уровень $h_{СМ}$ СМ, который и становится определяющим фактором коэффициента (степени) ψ заполнения ковшей к моменту окончания этого заполнения. Этот уровень будет определяться и изменяться с изменением баланса объемных производительностей потоков СМ: $Q_{вх}$ – на входе в норию; $Q_{отт}$ – забираемого из баш-

мака ковшами; Q_{OC} – возвращающегося в башмак из-за осыпания из ковшей при их подъеме к головке норрии. Алгебраическая сумма производительностей потоков определит ту производительность Q_B результирующего потока СМ, который идет на изменение уровня h_{CM} .

Отметим следующее: а) в установившихся режимах работы $Q_B = 0$, тогда $h_{CM} = const$, т.е. уровень СМ в башмаке норрии остается неизменным; б) при загрузке СМ «против хода» его поступление в башмак через загрузочный носок падает до нуля (начинается завал на подающем конвейере), если h_{CM} равен или больше высоте h_{HC} загрузочного носка:

$$Q_{BX} = \begin{cases} Q_{BX}, & h_{CM} \leq h_{HC}; \\ 0, & h_{CM} > h_{HC} \end{cases} \quad (1)$$

в) при $h_{CM} \geq h_{HC}$ и $Q_{OC} > 0$ приращение уровня происходит в восходящей норрийной трубе; г) при загрузке СМ «по ходу» его поступление в башмак через загрузочный носок ограничивается максимальной производительностью перемещения материала норрией:

$$Q_{BX} = \begin{cases} Q_{BX}, & Q_{BX} < Q_{ПБ}^{МАКС} \\ Q_{ПБ}^{МАКС}, & Q_{BX} \geq Q_{ПБ}^{МАКС} \end{cases} \quad (2)$$

Скорость изменения h_{CM} , даже при $Q_B = const$, не будет одинаковой. Это обуславливается тем, что площадь $S_{h_{CM}}$ пространства, которое может быть заполнено СМ в башмаке норрии, изменяется по высоте в силу ее конструктивных особенностей, т.е. $S_{h_{CM}} = f(h_{CM})$. Учитывая сказанное, математическая модель изменения уровня СМ в башмаке норрии имеет вид:

$$h_{CM}(t) = \frac{1}{S_{h_{CM}}(h_{CM})} \int_0^t (Q_{BX}(t) - Q_{ОТТ}(t) + Q_{OC}(t)) dt \quad (3)$$

Структурная схема модели (3) представлена на рис.2.

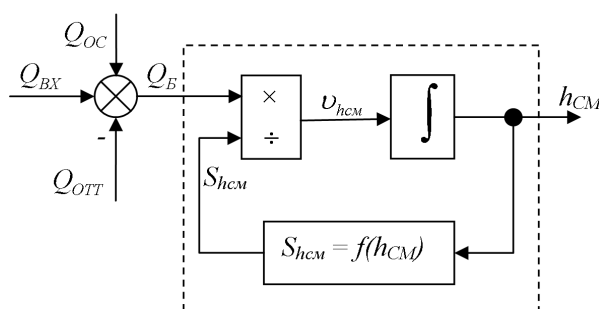


Рис. 2 – Структурная схема расчета текущего значения уровня СМ в башмаке норрии

Отметим, что текущее значение и изменение $S_{h_{CM}}$, т.е. характер функции $S_{h_{CM}} = f(h_{CM})$, существенно влияют на динамические свойства норрии как ОУ по каналу « $Q_{BX} - h_{CM}$ », в частности на скорость развития аварийной ситуации, связанной с превышением ограничения объемной производительности норрии. Именно поэтому их важно адекватно отразить в математической модели норрии.

6. Моделирование изменения площади башмака норрии, заполняемого сыпучим материалом

Площадь $S_{h_{CM}} = f(h_{CM})$ зависит от конструкции башмака норрии и положения в нем натяжного барабана. Конструкция башмака зависит от типа норрии и при управлении производительностью норрии остается неизменной. Положение натяжного барабана изменяется при натягивании ленты и при управлении производительностью норрии является возмущением.

Изменение площади сечения башмака удобно задать с применением нормирования переменных относительно их известных или достаточно просто измеряемых значений:

$$S_{h_{CM}} / S_{нм} = f(h_{CM} / h_{\sigma}), \quad (4)$$

где h_B и S_{HT} высота башмака норрии и площадь сечения норрийных труб соответственно.

Изменение половины площади сечения башмака без барабана ($S'_{h_{CM}}$) в нормированных значениях для норрии типа У13-УН100 приведено в табл. 1 и иллюстрируется рис. 3.

Таблица 1 – Изменение половины площади сечения башмака без барабана ($S'_{h_{CM}}$) в нормированных значениях для норрии типа У13-УН100

h_{CM}/h_B	0	0,19	0,6	0,91	0,91	1,0	1,1
$S'_{h_{CM}}/S_{нм}$	0,88	2,39	2,39	3,67	2,39	1,0	1,0

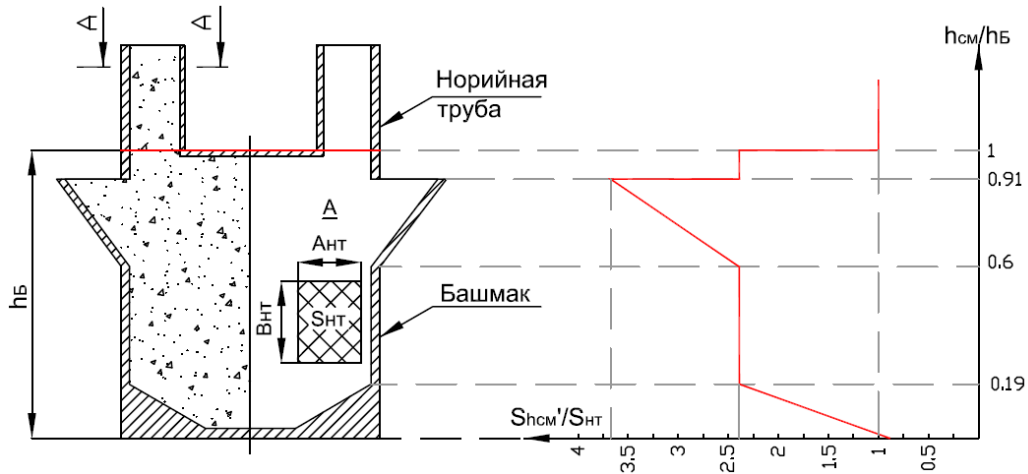


Рис. 3 – Изменение половины нормированного значения площади сечения башмака (без натяжного барабана) в функции нормированного значения уровня СМ

Выражение (4) можно переписать в следующем виде:

$$S_{h_{cc}} = (S'_{h_{cc}} / S_{нт} - S_{нб} / S_{нт}) S_{нт}, \quad (5)$$

где S_{NB} – площадь, занимаемая в башмаке нории натяжным барабаном, которая может быть вычислена из выражения (4):

$$S_{NB} = \begin{cases} 0, & h_{CM} \leq (h_{NB} - R_{NB}) \\ \sqrt{R_{NB}^2 - (h_{NB} - h_{CM})^2} \cdot V_{HT}, & (h_{NB} - R_{NB}) < h_{CM} < h_{NB} \\ R_B \cdot V_{HT}, & h_{CM} \geq h_{NB} \end{cases} \quad (6)$$

где h_{NB} и R_{NB} – высота оси и радиус натяжного барабана; V_{HT} – размер норийной трубы, параллельный ленте. Иллюстрация изменения площади сечения $S_{h_{CM}}$ с учетом натяжного барабана приведена на рис. 4.

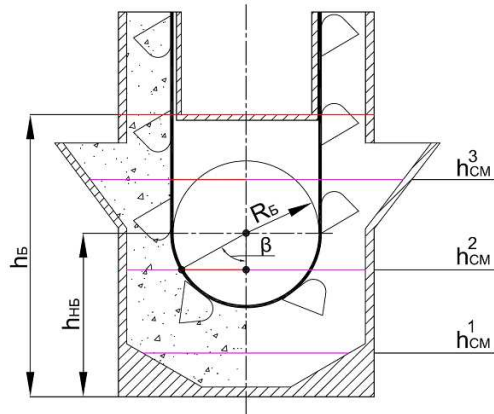


Рис. 4 – Иллюстрация изменения площади сечения с учетом натяжного барабана

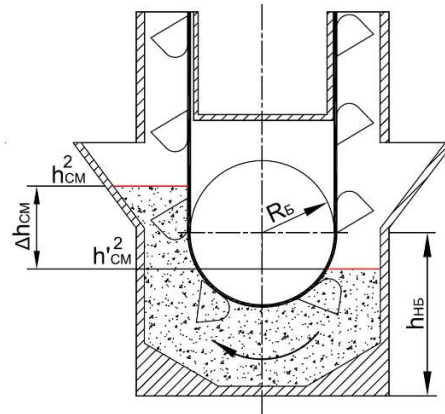


Рис. 5 – Иллюстрация изменения уровня СМ при его перемещении в башмаке нории

7. Особенности формирования уровня сыпучего материала в башмаке нории при его перемещении в нем и отражение их в модели

При достижении и превышении сыпучим материалом уровня его зачерпывания ковшами, он начинает перемещаться ими в ту часть башмака, которая переходит в норийную трубу восходящего движения ленты. Максимальная производительность $Q_{ПБ}^{МАКС}$ этого перемещения СМ может существенно превышать максимальную производительность самой нории, т.к. в нижней части башмака оно осуществляется сплошным потоком. Значение $Q_{ПБ}^{МАКС}$ можно определить из выражения:

$$Q_{ПБ}^{МАКС} = (L_K V_K) v_{PO}, \quad (7)$$

где v_{PO} – скорость рабочего органа нории (ленты), м/с; L_K и B_K – вылет и ширина ковша, м.

Важно, что при рассматриваемом перемещении СМ его поверхность в башмаке становится несимметричной, см. рис 5.

Точное описание изменения поверхности СМ в башмаке нории затруднено, т.к. требует учета многих специфических характеристик СМ. Поскольку, как уже отмечалось выше, в высокой точности описания необходимости нет, то для упрощения примем, что при достижении уровнем h_{CM} СМ натяжного барабана дальнейшее изменение уровня будет продолжаться в восходящей (левой на рисунке) части башмака, а уровень в правой части будет оставаться на уровне натяжного барабана. Так как в выражении (5) значение $S_{h_{CM}} = f(h_{CM})$ является половиной площади башмака, то поэтому, пока уровень h_{CM} не достиг натяжного барабана, принимается, что он изменяется в обоих «частях» башмака синхронно. В этом случае рассчитанную по (5) и (6) площадь $S_{h_{CM}}$ необходимо умножить на коэффициент площади $k_S = 2$. При дальнейшем повышении уровня h_{CM} для расчета $S_{h_{CM}}$ значение $k_S = 1$, т.е.:

$$k_S = \begin{cases} 2, & h_{CM} \leq h_{НБ} \\ 1, & h_{CM} > h_{НБ} \end{cases} \quad (8)$$

Следует отметить, что поскольку между пусками нории «зачистка» ее башмака не проводится, то начальное значение уровня $h_{CM} = h_0$:

$$h_0 = h_{НБ} - R_{НБ} - L_K \quad (9)$$

8. Моделирование процесса заполнения ковшей нории сыпучим материалом

Характер этого процесса существенно зависит от способа подачи СМ в норию. Рассмотрим их варианты последовательно.

Загрузка нории «по ходу». При этом процесс заполнения ковшей сводится к процессу зачерпывания ими СМ. Он достаточно сложен и зависит от уровня h_{CM} , формы поверхности СМ в башмаке нории, формы ее ковшей, скорости их движения, сил, действующих на частицы материала в процессе заполнения, физико-механических свойств транспортируемого СМ и др. Начало процесса, [1], соответствует моменту «внедрения» ковша в СМ.

Для упрощения получения зависимости $\psi = \psi_{3ч} = f(h_{CM})$ выделим в башмаке по его высоте четыре зоны (см. рис. 6), в которых факторы, существенно влияющие на коэффициент $\psi = \psi_{3ч(i)}$ заполнения ковша в зоне i , меняются.

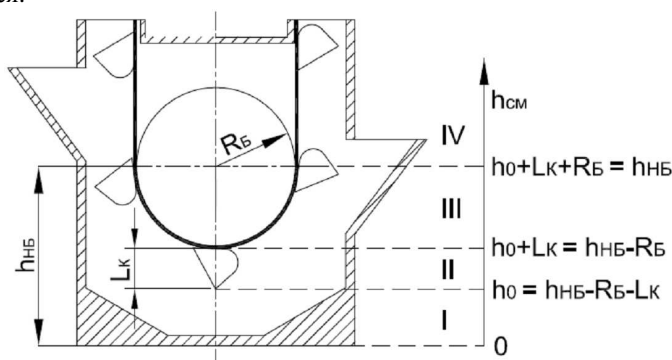


Рис. 6. – Схема выделения уровней СМ в башмаке нории (загрузка «по ходу») для описания процесса зачерпывания

Зона I. $h_{CM} \in [0, h_0] = [0, h_{НБ} - R_{НБ} - L_K]$. Для этой зоны, что очевидно, $\psi_{3ч(i)} = 0$. Отметим, что значения $R_{НБ}$ и L_K для конкретной нории являются константами, а значение $h_{НБ}$ может изменяться. Характер этого изменения определяется типом натяжного устройства. Так для винтового натяжного устройства, по [5], ход натяжки, т.е. $\Delta h_{НБ} \approx (0,03 \dots 0,05)H$. Это означает, что границы этой и остальных зон не являются фиксированными, а изменяются во времени. При управлении загрузкой нории такие изменения будут являться возмущениями.

Зона II. $h_{CM} \in [h_0, h_0 + L_K] = [h_{НБ} - R_{НБ} - L_K, h_{НБ} - R_{НБ}]$. При движении ковша внутри зоны $\psi_{3ч(II)}$ зависит, в основном, от h_{CM} и от его формы (типа ковша), а при выходе из зоны – от равнодействующей центробежной и гравитационной сил, приложенной к частицам СМ. Эта равнодействующая может во многом определять конечное значение $\psi_{3ч(II)}$:

$$\psi_{3ч(II)} = \begin{cases} \psi'_{3ч(II)}, & \psi'_{3ч(II)} \leq \psi_{3ч}^{GP} \\ \psi_{3ч}^{GP}, & \psi'_{3ч(II)} > \psi_{3ч}^{GP} \end{cases}, \quad (10)$$

где переменная $\psi'_{3ч(II)}$ тождественна $\psi_{3ч(II)}$, но не учитывает ограничения $\psi_{3ч}^{GP}$.

Характер изменения $\psi'_{3ч(II)}$ в функции h_{CM} может быть приближенно получен по габаритным размерам (сечению) ковша, как отношение площади, отсеченной линией погружения ковша до его крайней кромки, к общей площади сечения ковша. Пример изменения $\psi'_{3ч(II)}$ для глубокого ковша, перемещающего в т.ч. зернистые грузы, приведен в табл. 2 и на рис. 7.

Таблица 2 – Изменение коэффициента $\psi'_{3ч(II)}$ заполнения ковша в зоне II при изменении уровня материала в башмаке нории

$(h - h_0)/L_K$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.00
$\psi'_{3ч(II)}$	0	0.012	0.05	0.11	0.2	0.31	0.44	0.58	0.72	0.87	1

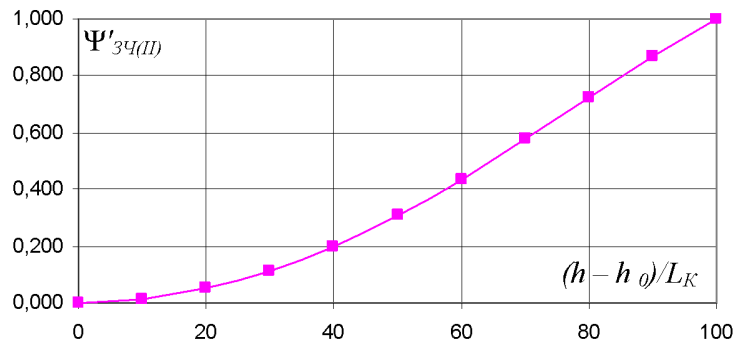


Рис. 7 – Изменение коэффициента заполнения ковша при зачерпывании СМ в функции относительного изменения уровня СМ в зоне II башмака нории

Для расчета значения $\psi_{3ч}^{GP}$ рассмотрим равнодействующую силу в момент выхода ковша из слоя СМ, взяв за основу процедуру, предложенную в [1]. Вместе с тем, результатов, полученных в [1] недостаточно, чтобы можно было вести непрерывный перерасчет значения $\psi_{3ч}^{GP}$ в функции h_{CM} , необходимого для моделирования процесса зачерпывания в динамике. Отметим, что процедура расчета значения $\psi_{3ч}^{GP}$, которая будет рассмотрена ниже, одинакова и для второй и третьей зон, т.е. когда ковш движется по окружности и, следовательно, на СМ действует центробежная сила. Рассмотрим ситуацию, когда высота передней кромки открытой части ковша (в сечении – точка М) равна уровню h_{CM} , см. рис. 8а.

Вектор \bar{T} равнодействующей центробежной силы \bar{C} и силы тяжести \bar{G} определяется как геометрическая сумма соответствующих векторов:

$$\bar{T} = \bar{C} + \bar{G}. \tag{11}$$

Положение равнодействующей \bar{T} совпадает с радиусом окружности вращения точки М, т.е. с прямой, проведенной из центра вращения – полюса Р, через точку М. Эта же прямая определяет верхнюю границу заполнения ковша СМ – отрезок МА. При этом положение полюса Р можно определить через полюсное расстояние h_P в соответствии с [1]:

$$h_P = (OM) \frac{CT}{MC} = (R_{НБ} + L_K) \frac{mg}{m\omega_{НБ}^2 (R_B + L_K)} = \frac{g}{\omega_{НБ}^2} \approx \frac{895}{n_{НБ}^2}, \tag{12}$$

где m – масса материала в ковше, кг; $\omega_{НБ}$ – угловая скорость натяжного барабана, рад/с; $n_{НБ}$ – обороты натяжного барабана, об./мин.

Минимальное значение степени заполнения ковша СМ, т.е. $\psi_{3ч}^{GP} = \psi_{3ч}^{GP(МИН)}$, соответствует ситуации, когда полюс Р будет совмещен с центром оси натяжного барабана ($h_P = 0$). В этом случае расположение СМ в ковше сверху будет ограничиваться отрезком МВ, см. рис. 8а и 8б.

Для глубокого (Г) ковша (тип – III) минимальное граничное значение коэффициента степени заполнения ковша приближенно составляет $\psi_{3ч}^{GP} = \psi_{3ч}^{GP(МИН)} \approx 0,66$. Представим $\psi_{3ч}^{GP}$, состоящей из двух составляющих: минимальной и добавочной:

$$\psi_{3ч}^{GP} = \psi_{3ч}^{GP(МИН)} + \psi_{3ч}^{GP(ДОБ)} = 0,66 + \psi_{3ч}^{GP(ДОБ)}. \tag{13}$$

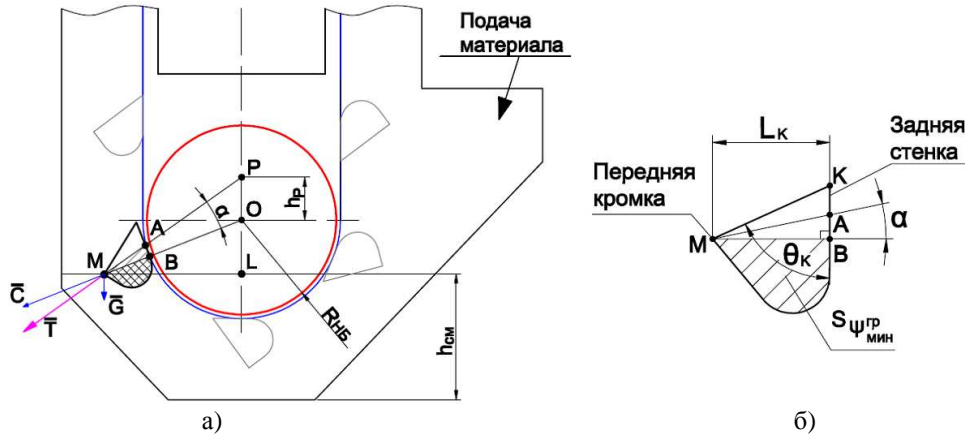


Рис. 8 – К определению граничного значения заполнения ковша $\psi_{3ч}^{ГР}$ при наличии центробежной силы, действующей на СМ

Эта добавочная составляющая может быть определена как отношение площади «добавочного» треугольника МАВ к общей площади сечения ковша, см. рис. 8б:

$$\psi_{3ч}^{ГР(ДОБ)} = (1 - \psi_{3ч}^{ГР(МИН)}) \frac{S_{МАВ}}{S_{МКВ}} = (1 - 0,66) \frac{S_{МАВ}}{S_{МКВ}}, \quad (14)$$

или, что аналогично:

$$\psi_{3ч}^{ГР(ДОБ)} = (1 - \psi_{3ч}^{ГР(МИН)}) \frac{\angle АМВ}{\angle КМВ} = (1 - 0,66) \frac{\angle АМВ}{\angle КМВ}. \quad (15)$$

После достаточно очевидных преобразований, см. рис. 8, получим:

$$\psi_{3ч}^{ГР(ДОБ)} = (1 - 0,66) \frac{\arctg \left(\frac{h_p + (h_{НБ} - h_{СМ})}{(R_{НБ} + L_K) \cos \left(\arcsin \left(\frac{h_{НБ} - h_{СМ}}{R_{НБ} + L_K} \right) \right)} \right) - \arcsin \left(\frac{OL}{R_{НБ} + L_K} \right)}{90^\circ - \Theta}. \quad (16)$$

Зона III. $h_{СМ} \in [h_0 + L_K, h_0 + L_K + R_{НБ}] = [h_{НБ} - R_{НБ}, h_{НБ}]$. В этой зоне, по-сути, ковши норрии начинают вертикальное транспортирование СМ. Коэффициент заполнения ковшей, без учета его ограничения, вызванного действием равнодействующей центробежной и гравитационной сил, приложенной к частицам СМ, будем вычислять из выражения:

$$\psi'_{3ч(III)} = \frac{(h_{СМ} - h_0 - L_K)(\psi_{3ч(IV)} - \psi_{3ч(II)})}{R_{НБ}} + \psi_{3ч(II)}, \quad (18)$$

а с учетом действия этой силы:

$$\psi_{3ч(III)} = \begin{cases} \psi'_{3ч(III)}, & \psi'_{3ч(III)} \leq \psi_{3ч}^{ГР} \\ \psi_{3ч}^{ГР}, & \psi'_{3ч(III)} > \psi_{3ч}^{ГР} \end{cases}, \quad (19)$$

где $\psi_{3ч}^{ГР}$ рассчитывается, как и для зоны II, по выражениям (13 – 16).

Зона IV. $h_{СМ} \in [h_0 + L_K + R_{НБ}, \infty] = [h_{НБ}, \infty]$. В этой зоне ковш движется вертикально и центробежная сила на СМ не действует. В этой зоне ковш заполняется до максимально возможной величины, которая, что важно, не зависит от уровня $h_{СМ}$. Коэффициент его заполнения ковша на выходе из зоны $\psi'_{3ч(IV)}$ будет близок к единице, в т.ч. может быть и больше единицы. Его конкретное значение будет определяться типом (формой) ковша и углом естественного откоса СМ. Так, для глубоких ковшей (тип III) угол зачерпывания $\Theta_K = 65^\circ$, см. рис. 9. Тогда ковш будет заполнен на 100 %, т.е. его $\psi = 1$, если угол естественного откоса γ СМ будет равен $\gamma = 90^\circ - \Theta_K = 90 - 65^\circ = 25^\circ$. Отметим, что большинство СМ, транспортируемых норриями, в частности зерновые, имеют угол естественного откоса больше 25° .

Например, для пшеницы он достигает 32° , а для семян подсолнечника – 45° . Кроме того (см. рис. 9),

т.к. ковш закреплен на ленте нории, то и сама лента при $\psi \geq 1$ выступает дополнительной опорой для СМ.



Рис. 9 – Вариант заполнения ковша с $\psi \geq 1$ при его выходе из слоя СМ на вертикальном участке подъема

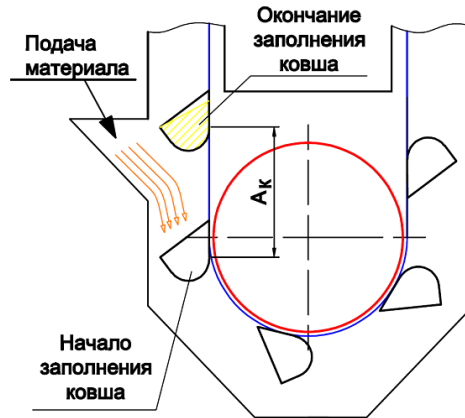


Рис. 10 – Заполнение ковша при подаче СМ «против хода»

Примем два следующих допущения, связанных с моделированием процесса. Первое. Угол γ для СМ, находящегося в движении, всегда меньше, чем γ для этого же покоящегося СМ, который и приводится в справочных таблицах ($\gamma^{сп}$). Для моделирования примем, $\gamma = 0,8\gamma^{сп}$. Второе. При $\psi \geq 1$ осыпание СМ из ковша из-за превышения угла естественного откоса происходит, в том числе, и через его боковые стенки. Но для упрощения модели процесса заполнения ковша и, в силу того, что ψ превышает единицу очень незначительно, такое осыпание в модели отражать не будем. Тогда, с учетом принятых допущений, значение ψ :

$$\psi_{3ч(IV)} = \psi_{3ч}^{ГР(МИН)} + \left(1 - \psi_{3ч}^{ГР(МИН)}\right) \frac{0,8\gamma}{90^\circ - \theta_K}. \quad (20)$$

Загрузка нории «против хода». При этом процесс заполнения ковшей будем рассматривать как процесс засыпания в них СМ, который подается в норию через питающий носок ее башмака. При этом коэффициент заполнения каждого ковша ψ будет зависеть от двух факторов: производительности потока СМ на входе в норию в момент заполнения ковша и от времени его заполнения. Отметим следующее. Первый фактор определяется внешними, по отношению к нории, условиями, и он существенно меняется во времени. Второй фактор определяется только конструктивными особенностями конкретной нории, в частности скоростью ее ленты, шагом установки и высотой ковшей, высотой питающего носка и т.п.

При моделировании будем считать, что процесс заполнения ковшей осуществляется последовательно, при этом окончание процесса заполнения ковша наступает в момент, когда он поднимается на уровень загрузочного носка, и, в этот момент, начинается заполнение следующего ковша, см. рис. 10. Тогда время заполнения (засыпания) ковша соответствует времени перемещения ковша на расстояние, равное шагу ковшей A_K :

$$t_{3ч} = A_K / v_{л}, \quad (21)$$

где $v_{л}$ – скорость ленты конвейера.

Поскольку засыпание СМ в ковш происходит при его движении по вертикальному участку, то граничное значение заполнения ковша $\psi_{зан}^{2р}$ при моделировании примем равным $\psi_{3ч(IV)}$, см. (20), т.е.:

$$\psi_{зан}^{2р} = \psi_{3ч(IV)}. \quad (22)$$

В том случае, когда $\psi_{зан} \leq \psi_{зан}^{2р}$, будем считать, что весь входной поток СМ производительностью Q_{BX} размещается в ковшах без его осыпания в башмак. При этом объем заполнения ковшей $V_{СМ}^{3АП}$ будет вычисляться по выражению:

$$V_{СМ}^{3АП} = Q_{O}^{BX} t_{3ч}, \quad (23)$$

В ситуации, когда весь входной поток СМ производительностью Q_{BX} не может разместиться в ковшах, то его избыток осыпается в башмак нории, тем самым повышая в нем уровень $h_{СМ}$. Когда этот уровень превысит нижнюю границу зоны II, начнется процесс зачерпывания ковшем СМ. Т.к. он предшествует процессу засыпания в него СМ, то последующее засыпание СМ происходит уже в частично заполненный ковш, а это уменьшает количество СМ, засыпающегося в ковш, что, в свою очередь, на эту вели-

чину, увеличивает осыпание СМ в башмак. С учетом сказанного, без учета ограничения на коэффициент заполнения ковша:

$$\Psi'_{ЗАП} = \Psi_{ЗЧ} + \Psi_{ЗС} = \Psi_{ЗЧ} + \frac{V_{СМ}^{ЗАП}}{i_K \cdot 10^{-3}}, \quad (24)$$

где i_K – емкость (объем) ковша. С учетом ограничений по (27):

$$\Psi_{ЗАП} = \begin{cases} \Psi'_{ЗАП}, & \Psi'_{ЗАП} \leq \Psi_{ЗАП}^{GR} \\ \Psi_{ЗАП}^{GR}, & \Psi'_{ЗАП} > \Psi_{ЗАП}^{GR} \end{cases} \quad (25)$$

При $\Psi_{зап} \geq \Psi_{зап}^{sp}$ объем СМ, осыпающегося с одного ковша:

$$V_{OC}^{ЗАП} = (\Psi'_{ЗАП} - \Psi_{ЗАП}^{GR}) \cdot i_K \cdot 10^{-3}, \quad (26)$$

а производительность потока осыпания СМ в башмак:

$$Q_{OC}^{ЗАП} = \frac{V_L}{A_K} (\Psi'_{ЗАП} - \Psi_{ЗАП}^{GR}) \cdot i_K \cdot 10^{-3}. \quad (27)$$

9. Реализация и применение математической модели норрии

Представленная выше математическая модель процесса заполнения ковшей норрии сыпучим материалом была реализована в форме ее имитационной модели в среде Simulink. Некоторые результаты такого моделирования для норрии типа У13-УН100 при транспортировании зерна пшеницы приведены на рис. 11.

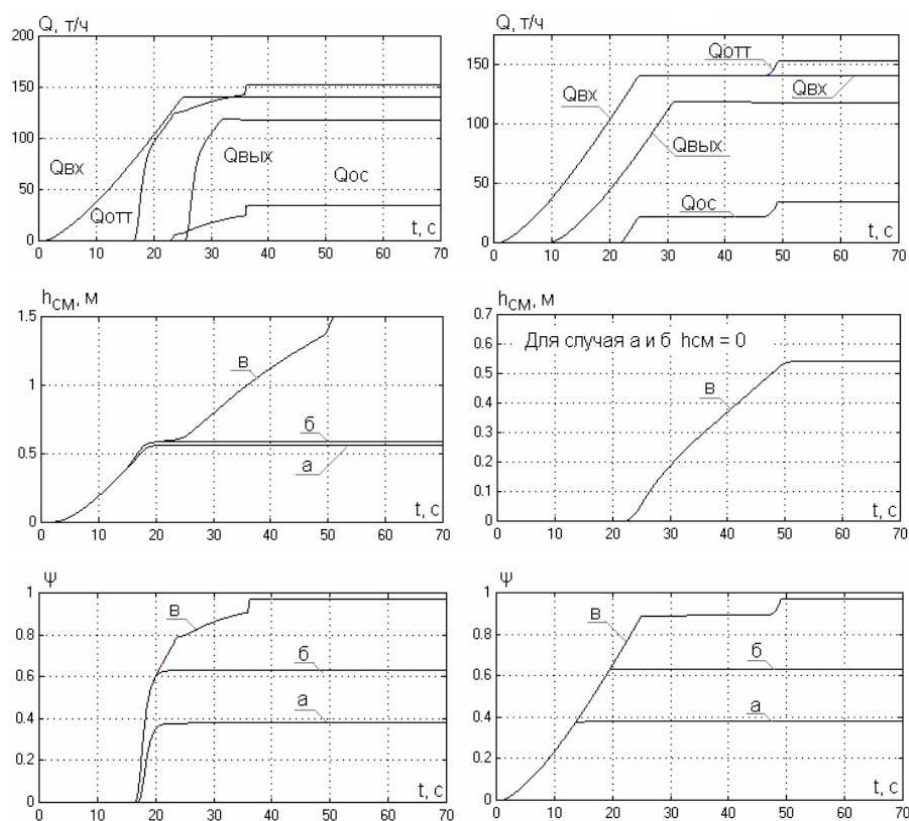


Рис. 11 – Результаты имитационного моделирования процесса заполнения ковшей норрии: справа – подача СМ «по ходу», слева – подача СМ «против хода»; графики переменных Q для Q_{BX} (в установившемся режиме) 140 т/ч, графики переменных $h_{СМ}$ и Ψ для Q_{BX} – а) 60т/ч; б) 100 т/ч; в) 140 т/ч

Реализовав полную имитационную модель норрии и интегрировав ее с моделью управляющего устройства, возможно проводить компьютерные имитационные эксперименты по отработке алгоритмов оптимального управления загрузкой норрии, включая предаварийные и аварийные режимы ее работы.

Литература

1. Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные устройства // Платонов П.Н., Куценко К.И. Изд. 2-е, перераб. и доп. – «Колос», М., 1972.
2. Подъемно-транспортные машины // Фиделев А.С. Изд. объедин. «Вища школа», 1975. – 220 с.
3. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с., ил.
4. Машины непрерывного транспорта // Зеленкой Р.Л., Иванков И.И., Колобов Л.Н. Изд. 2-е, перераб. и доп. – «Машиностроение», М., 1987. – 431 с.

УДК 62-50:621.86.08:636.085.6

КОМПЛЕКСЫ ВЕСОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ

Хобин В.А., д-р техн. наук, проф., Дец Д.В., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведен сравнительный анализ базовых технологических схем комплексов весового дозирования и формирования многокомпонентных смесей сыпучих материалов как систем автоматического управления. С позиций повышения точности соответствия формируемой смеси заданному рецепту и ее однородности рассмотрены наиболее важные взаимосвязанные аспекты и проблемы, относящиеся к метрологии измерения массы, функциям и алгоритмам управления, направлениям их совершенствования, критериям оптимизации.

The comparative analysis of basic technological schemes of weight batching complexes and formation of multicomponent mixes of loose materials as automatic control systems is carried out. The most important interconnected aspects and problems which concern to metrology of measurement weight, to functions and management algorithms, to directions of their perfection, to optimization criteria are considered from positions of increase accuracy conformity of a formed mix to the recipe and its uniformity.

Ключевые слова: смеси компонентов, дозирование, варианты технологий, управление, оптимизация.

Введение. Формирование смесей сыпучих материалов является составной частью технологических процессов многих отраслей промышленности: комбикормовой, пищевой, строительных материалов, химической, металлургической и др. [1–6]. Во всех случаях соответствие полученной смеси ее заданному рецепту в самой значительной степени определяет качество готовой продукции, а производительность процесса – заметно влияет на ее себестоимость.

Практика применения комплексов дозирования показывает, что в большинстве случаев рецепт смеси задается, а дозирование осуществляется по величине массы (альтернатива – по объему) входящих в смесь компонентов. Точность измерения масс компонентов является важным, но не единственным фактором, определяющим точность соответствия сформированной смеси ее заданному рецепту. При этом точность и производительность для комплексов весового дозирования являются, в определенной мере, противоречивыми показателями. На этапе предпроектного анализа, при выборе конкретной технологической схемы реализации комплекса, они выступают как основные факторы, определяющие компромисс, на основе которого и принимается решение. Кроме этих двух факторов обычно учитывают стоимость оборудования, удобство компоновки в производственных объемах, характеристики дозируемых материалов (сыпучесть, пыление, гранулометрический состав и др.).

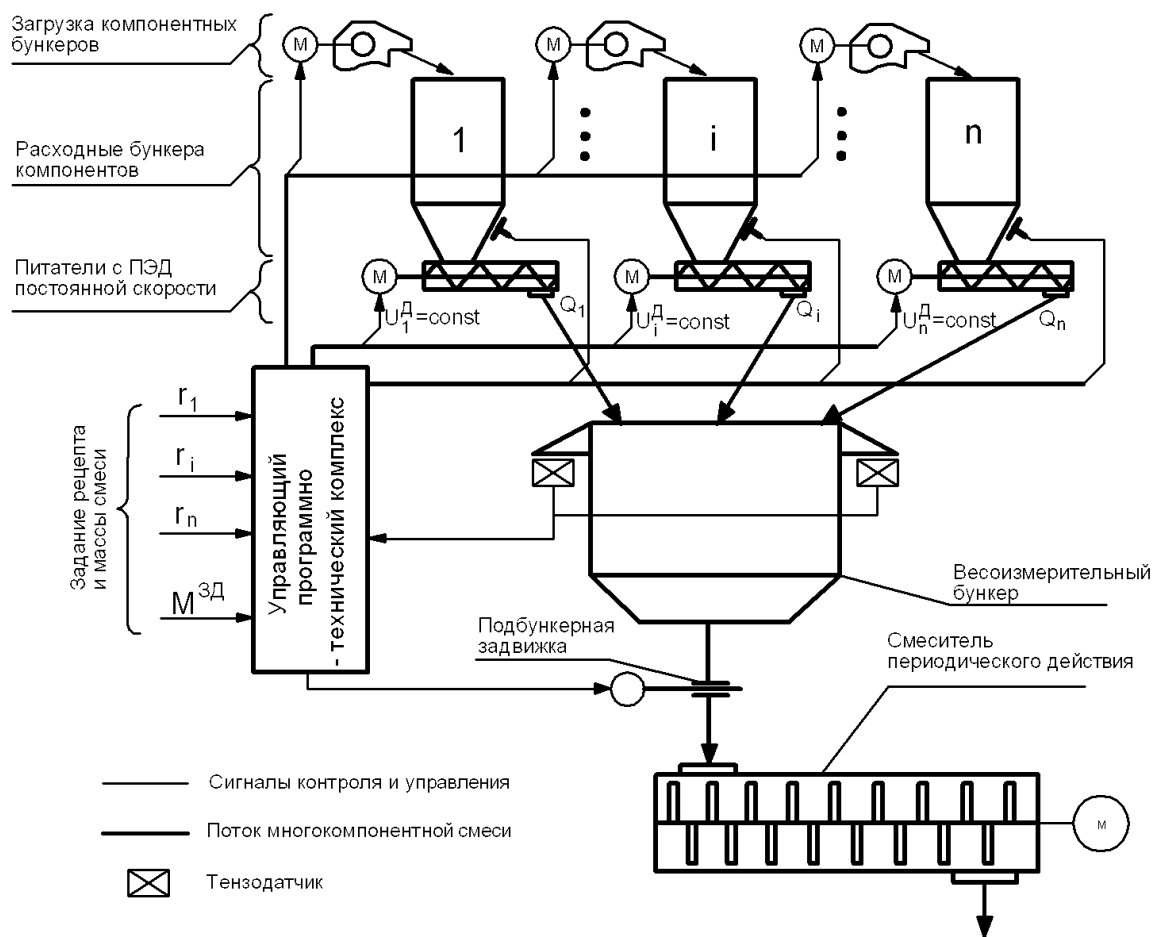
Рассмотрим здесь три варианта технологических схем многокомпонентного дозирования, имеющих широкое распространение в различных отраслях промышленности, компоновку которых можно считать классической (базовой):

- а) порционное дозирование с одним весоизмерительным бункером, который заполняется компонентами смеси из расходных бункеров со шнековыми разгрузителями;
- б) непрерывное дозирование с ленточными весоизмерительными дозаторами с управляемой скоростью ленты и смесителем непрерывного действия;
- в) непрерывное дозирование с весоизмерительными расходными бункерами, имеющими шнековые разгрузители с управляемой скоростью вращения вала.

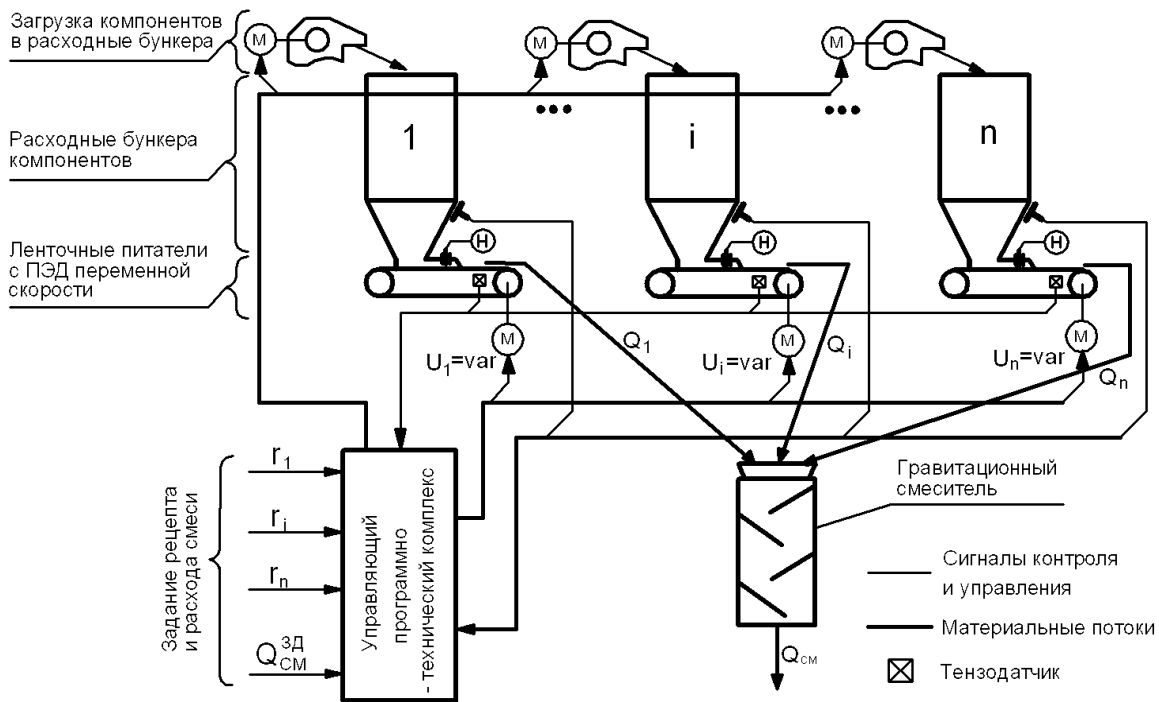
Схемы перечисленных процессов дозирования представлены на рис. 1. Проведем их сравнительный анализ, сделав акцент на проблемах обеспечения качества смеси и повышения производительности (снижения себестоимости) процесса, которые могут эффективно решаться средствами автоматического управления.

Характеристики дозируемых материалов и диапазоны производительности. Все технологические схемы (ТС) ориентированы на дозирование легкосыпучих (невязких, нелипких) слабо абразивных материалов. ТС типов «а» и «в» позволяют дозировать сильно пылящие материалы и материалы с сильно изменяющимся коэффициентом внутреннего трения при механическом возбуждении. ТС типа «б» позволяют дозировать крупнокусковые материалы.

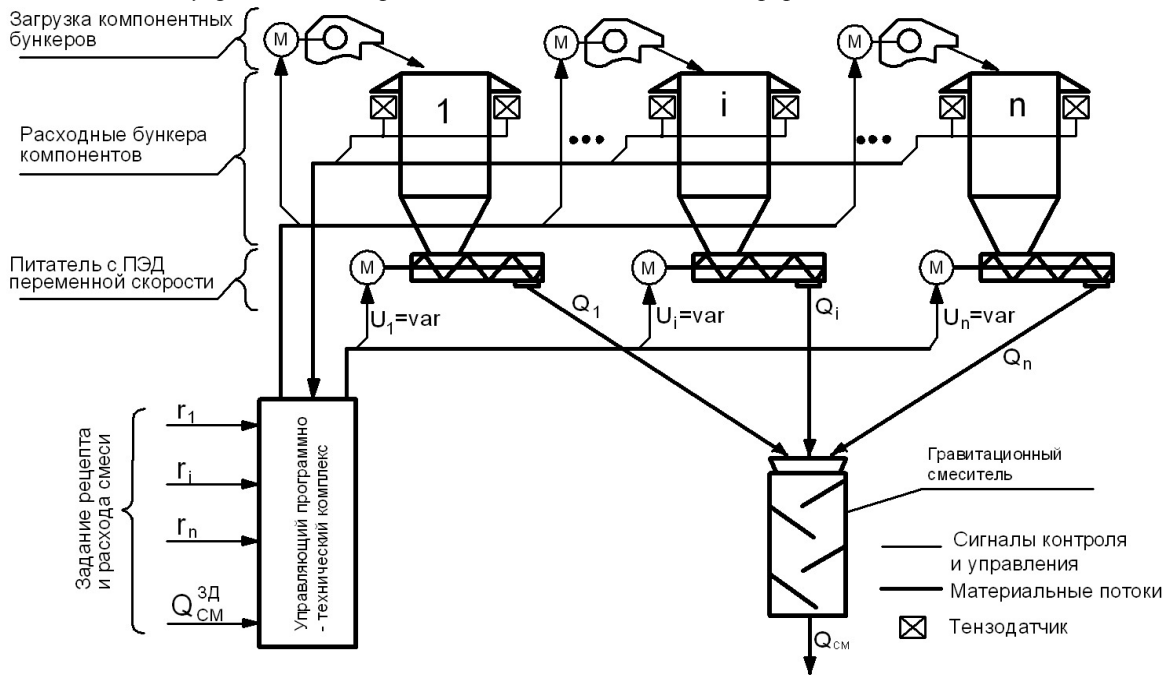
Границы производительности ТС определяются конструктивными особенностями их питателей (разгрузителей). Схемы «а» и «в» применяют для малых и средних производительностей (0,005 ... 50) т/час, схему «б» для средних и высоких производительностей (2 ... 200) т/час (значения производительностей указаны достаточно условно и для отдельных компонентов смеси). Важно подчеркнуть, что ТС типов «а» и «в» позиционируются, как принадлежащие одинаковому диапазону производительностей. Но при одинаковых компоновках этих ТС, одинаковых параметрах разгрузителей их расходных бункеров и при формировании одинаковых смесей, время формирования заданного количества смеси с применением ТС типа «в» будет в несколько раз меньше, чем ТС типа «а» из-за дискретного характера работы последней.



а) порционное дозирование с одним весоизмерительным бункером, который заполняется компонентами смеси из расходных бункеров со шнековыми разгрузителями



б) непрерывное дозирование с ленточными весоизмерительными дозаторами с управляемой скоростью ленты и смесителем непрерывного действия



в) непрерывное дозирование с весоизмерительными расходными бункерами, имеющими шнековые разгрузители с управляемой скоростью вращения вала

Рис. 1 – Базовые варианты ТС комплексов многокомпонентного весового дозирования и смешивания

Практика показывает, что применение непрерывных технологий дозирования позволяет повысить среднее значение суммарной производительности участка смесеприготовления в разы. Характерен пример перевода на непрерывную технологию дозирования по ТС тип «б» предприятий комбикормовой промышленности, который выполнялся в рамках научно-технической программы Государственного комитета по науке и технике СССР 0.42.01 «Зернопродукты» – «Создать и внедрить высокопроизводительные технологические процессы, оборудование и системы автоматизации для технического перевооружения».

ния и реконструкции элеваторной, мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности». Так, на Резекненском комбинате хлебопродуктов Латвийской ССР замена порционного дозирования при производстве комбикормов на непрерывное с применением ленточных дозаторов 4488ДН позволила увеличить объем производства более, чем в два с половиной раза [3].

Качество сформированной смеси. Оно предполагает соответствие сформированной смеси заданному рецепту по двум показателям: а) величине процентного содержания компонентов в смеси; б) однородности их распределения даже в достаточно малых объемах смеси.

При формировании смеси по дискретной технологии (ТС типа «а»), задачи обеспечения точности заданного процентного ввода компонентов и однородности смеси независимы. Первая обеспечивается точностью измерения массы и алгоритмами управления процессом дозирования компонентов в весоизмерительный бункер, вторая – эффективностью конструкции смесителя и временем перемешивания компонентов.

При формировании смеси по непрерывной технологии, и для ТС типа «б» и для ТС типа «в», задачи обеспечения точности заданного процентного ввода компонентов и однородности смеси в весьма существенной степени взаимосвязаны. Это обуславливается тем, что при непрерывном дозировании смеситель должен рассматриваться как динамическая система, преобразующая характеристики расходов непрерывных потоков компонентов смеси в характеристики смеси. Поскольку время пребывания компонентов в смесителе ограничено, то такую динамическую систему можно рассматривать, по крайней мере, в первом приближении, как осреднитель этих характеристик на скользящем интервале времени [6]. Такое представление смесителя легко позволит сделать вывод о том, что качество смешивания будет разным для различных частот колебаний расходов компонентов в смеси. Так, для высокочастотных колебаний расходов качество смешивания будет соответствовать характеристикам смесителя, а для низкочастотных – оно может оказаться существенно ниже. Это объясняется тем, что интервал времени усреднения (перемешивания) будет соизмерим с периодом этих низкочастотных составляющих.

Для ТС типа «б» низкочастотные составляющие колебаний связаны с неравномерностью высоты слоя дозируемого материала, образующегося на весоизмерительной ленте при вытекании из бункера, и неравномерностью распределения массы самой ленты (массы тары) по ее длине. При этом амплитуда низкочастотной составляющей, связанной с изменением высоты слоя материала на ленте может быть значительной только при дозировании крупнокускового материала, а амплитуда колебаний массы ленты по ее длине всегда мала и уменьшается по мере совершенствования техники дозирования.

Для ТС типа «в» наличие низкочастотных составляющих обуславливается конструкцией шнекового разгрузителя (питателя). Здесь низкочастотные составляющие имеют форму квазигармонических колебаний. Их амплитуду в первом приближении ее можно считать равной средней производительности шнекового питателя, а их частота будет обратно пропорциональна заданным значениям расходов по этим компонентам. Т.е., чем ниже расход компонента при прочих равных условиях, тем хуже он перемешивается с другими компонентами. Конечный эффект такого плохого смешивания можно рассматривать как периодически возникающее нарушение заданного процента ввода компонента в смесь. Это подчеркивает для систем непрерывного дозирования существует взаимосвязанность задач обеспечения соответствия соотношения компонентов в смеси рецепту и ее однородности.

Метрология каналов измерения массы. При порционном дозировании, ТС типа «а», измерение массы проводится в одном весоизмерительном бункере, причем конечный результат измерения считывается в статике, т.е. когда падение продукта в бункер из питателя прекратилось, и переходные процессы в упругой механической системе затухли. Это, при одинаковом классе точности каналов измерения массы, обеспечивает максимально достижимую точность измерений, т.к. динамические составляющие погрешности отсутствуют. Вместе с тем, управление отсечкой подачи материала в весоизмерительный бункер ведется при таких условиях измерений, когда динамические составляющие погрешности себя проявляют в полной мере. Наиболее значимой является составляющая погрешности, вызываемая кинетической составляющей падения материала в бункер. Однако на фактическую величину дозы (массы) компонента, попавшего в бункер, влияет не только величина динамической погрешности измерения массы, но и величина «досыпки» этого компонента в весоизмерительный бункер после команды на прекращение его подачи. Ошибки дозирования, вызванные этими факторами, имеют противоположные знаки, и их величина предопределяет величину отклонений соотношения компонентов в полученной смеси от заданного ее рецептом.

Отметим, что когда измерение массы велось только на рычажных весах, то ТС типа «а» фактически не было реальной альтернативы, т.к. такие весы представляют собой сложную механическую систему, которая к тому же для своей реализации требует значительных объемов пространства. Максимально допустимая погрешность измерения массы на таких весах, приведенная к диапазону взвешивания (класс точности) обычно составляет (0,5...1,0 %). При этом измерение ведется дифференциальным методом, т.к.

массу пустого весоизмерительного бункера в рычажном механизме легко скомпенсировать противовесами.

Переход от рычажных весоизмерителей к тензометрическим позволил поднять класс точности измерения массы вплоть до коммерческой, т.е. $\pm 0,1\%$, причем без компенсации массы весоизмерительного бункера механической разгрузкой датчика противовесом. Вместе с тем точность дозирования возросла не так существенно, т.к. при управлении отсечкой подачи материала источники погрешностей сохраняются. Необходимо отметить, что перевод канала измерения массы весоизмерительного бункера на тензодатчики («тензоопоры») существенно упростил и удешевил конструкцию дозатора.

При непрерывном дозировании (ТС типов «б» и «в») количество точек измерения массы соответствует количеству расходных бункеров с компонентами.

В ТС типа «б» масса продукта измеряется на весоизмерительном участке ленты конвейера. Для этого под ленту встраивают роликоопоры, передающие давление от ленты с материалом на тензодатчик. Тензодатчики за счет установки противовеса механически разгружают от суммы сил действующих на него со стороны роликоопор и порожней ленты. Для этой ТС такая разгрузка датчика необходима, т.к. суммарная масса роликоопор и ленты существенно превышает массу материала, размещающуюся на весоизмерительном участке ленты. Ее отсутствие привело бы к очень существенному снижению динамического диапазона работы датчика и, следовательно, к возрастанию погрешностей измерения. Поскольку измерение массы в данном варианте ТС идет в движении, при котором возникают динамические составляющие сил – источник шумов измерения, то класс точности такого измерения обычно составляет $0,5\%$ при усреднении результатов измерения за заданный интервал времени. По ГОСТ 8.469-2002 [7] этот интервал составляет $6 \pm 0,25$ минут. Повышение класса точности самого датчика очень мало влияет на повышение класса точности весоизмерительной системы. Следует отметить, что достижение и такого класса точности требует применения специально изготовленных лент, масса которых практически постоянна по всей длине, применения специальных технологий их соединения, при которой толщина и масса ленты на участке соединения не будет отличаться от остальной ленты. Повышенные требования предъявляются к соосности барабанов и роликов весоизмерительного конвейера, их эксцентриситету и форме, способности его станины минимизировать возникающие деформации и резонировать под воздействием переменных нагрузок и т.д. Отсюда очевидно, что ленточный дозатор (весоизмеритель) представляет собой специальное метрологическое устройство, требующее особых технологий производства и, поэтому, достаточно дорогое.

В ТС типа «в» измеряется масса расходного бункера со шнековым разгрузителем (питателем), для чего он устанавливается на тензоопоры. Сам принцип измерения массы в этом случае не отличается от измерения массы при порционном дозировании. Но условия ее измерения отличаются весьма существенно. Главное отличие состоит в том, что это непрерывное измерение массы, которая непрерывно изменяется во времени. Такая непрерывность измерения неизбежно обуславливает появление в измеряемой переменной шумов, связанных с незатухающими колебаниями бункера под действием сил, вызванных вращением шнека и неравномерным истечением материала из разгрузителя. Из-за изменяющейся массы бункера спектральный состав таких шумов будет непрерывно изменяться, что затруднит их фильтрацию. Следует отметить, что сама такая фильтрация не является здесь самоцелью, а ее действие противоречиво. Во-первых, она должна обеспечить предотвращение транспонирования высокочастотных шумов в низкочастотную область при квантовании сигнала массы по времени при его вводе в цифровой контроллер и, тем самым, предотвратить неустраняемые низкочастотные ошибки в измерениях. А это требует повышения качества предимпульсной фильтрации, в частности, повышения порядка и (или) инерционности фильтров. Во-вторых, она не должна вносить существенных отрицательных фазовых сдвигов (запаздывания) в контур регулирования, стабилизирующий расход компонента смеси на заданном уровне. Последнее приведет к интенсификации собственного движения этого контура и повышению динамических ошибок регулирования. А это уже требует снижения порядка и общей инерционности фильтров.

Перечисленное выше обуславливает то, что при прочих равных условиях точность канала измерения массы в ТС типа «в» всегда ниже, чем в «а».

Алгоритмы управления процессом дозирования. Для всех ТС дозирования алгоритмы управления являются наиболее динамично изменяющейся компонентой комплекса. Это обуславливается следующими факторами. Во-первых, алгоритмы управления являются, по-сути, интеллектуальной компонентой комплекса, и поэтому характер алгоритма самым существенным образом влияет на качество формирования смеси. Во-вторых, при обновлении алгоритмов не требуется значительных капитальных затрат, связанных с модернизацией комплекса. Особенно, если алгоритмы реализуются на цифровых средствах управления (контроллерах, компьютерах) и имеется доступ к кодам их программ.

Одновременно, алгоритмы управления являются наиболее наукоемкой компонентой, и их исследованиям посвящено большое количество научных публикаций и диссертационных работ, в частности [8 –

10]. Необходимо признать, что не все из них являются абсолютно корректными, т.к. модели процессов, которые лежали в основе исследований, не всегда достаточно полно отражали реально существующие особенности объектов управления. Еще более плохие результаты совершенствования алгоритмов, с отрицательным эффектом, часто получаются тогда, когда исследования заменялись умозрительными представлениями. А поскольку в силу и объективных и субъективных причин всегда существует «разрыв» между теорией (ее научными исследованиями и разработками) и практикой их применения, то, с одной стороны, далеко не все такие разработки дошли до практики и подтвердили свою эффективность, с другой – внедренные, но полученные на основе «умозрительных» представлений в значительной мере дискредитировали перспективность сотрудничества разработчиков «железа» комплексов с разработчиками алгоритмов. К сожалению, этому же способствует применение пусть и самых технически совершенных контроллеров, у которых в памяти «защиты» простейшие (типовые) алгоритмы управления с низким (по меркам сегодняшнего дня) уровнем вложенного в них интеллекта.

В ТС типа «а» главная проблема формирования смеси в точном соответствии рецепту, которая очевидна и для разработчиков и для пользователей, и на решение которой направлено совершенствование алгоритмов управления, связана с досыпкой дозируемого материала в несоизмерительный бункер после отключения питателя. Путей решения два.

Первый путь связан с введением дополнительного канала управления подачей материала в несоизмерительный бункер. В этом канале определяется необходимый момент и осуществляется переключение на пониженный расход подачи. Снижение расхода обеспечивается либо за счет снижения скорости вращения шнека питателя, в частности на основе применения частотных преобразователей в цепях питания приводных электродвигателей шнеков, либо за счет переключения подачи материала на питатель с меньшей производительностью (меньшим диаметром шнека), см., например, [11]. Недостатками этого пути является снижение производительности линии дозирования и принципиальная невозможность полного устранения эффекта «досыпки».

Второй путь связан с введением в алгоритм управления процессом обратной связи по ошибке дозирования компонента в предыдущем (предыдущих) циклах дозирования. Часто такую добавку к алгоритму называют «коррекцией досыпки». Следует отметить, что во многих известных авторам случаях коррекцию досыпки сводили к алгоритму: «в новом цикле дозирования компонента его количество, которое будем подавать в несоизмерительный бункер должно быть больше/меньше на величину недосыпа/пересыпа в предыдущем цикле», [12]. Как показали исследования [13 – 15], этот вполне соответствующий здравому смыслу алгоритм не улучшает, а ухудшает качество смеси. Причина в том, что при умозрительной разработке этого алгоритма авторы не учитывали динамических свойств контура обратной связи. А он был неустойчивым. Алгоритмы, позволяющие эффективно реализовать второй путь, описаны в [14 – 16]. Их сущность состоит в следующем: а) расчет величины «коррекции досыпки», т.е. управляющего воздействия в цепи обратной связи, должен вестись на основе классических принципов теории автоматического регулирования, т.е. реализовать, как минимум, дискретный вариант пропорционально-интегрального алгоритма регулирования с параметрами настройки, которые оптимизированы по заданному критерию; б) последовательность дозирования компонентов в каждом цикле выбирается обратной величине относительной среднеквадратической ошибки дозирования этих компонентов; в) заданные значения массы каждого компонента, начиная со второго, в каждом новом цикле формирования смеси должны перерасчитываться в общем случае в ходе оптимизационной процедуры по критерию максимального соответствия формируемой смеси своему рецепту.

В ТС типа «б» главная проблема формирования смеси в точном соответствии с ее рецептом, которая не очевидна и была выявлена только в результате тщательного имитационного моделирования [17, 18], состоит в том, что несоизмерительный транспортер, как объект стабилизации его производительности (управляющее воздействие – изменение скорости движения ленты) является объектом с распределенными по длине ленты параметрами, а системы стабилизации строятся как для объекта с сосредоточенными параметрами. Принципиально важным следствием этой распределенности является то, что вес дозируемого материала измеряется на участке ленты, существенно удаленном от участка его сброса с транспортера, а скорость ленты, в частности, при ее изменении в процессе регулирования расхода, на всех участках одинакова. Это приводит к тому, что чем с большей динамической точностью обеспечивается стабилизация расхода на заданном уровне ленточного транспортера, который вычисляется как результат умножения массы материала на несоизмерительном участке ленты транспортера на ее скорость, тем больше будет динамическая ошибка в стабилизации фактического расхода, т.е. расхода в месте сброса материала с транспортера. Алгоритмы управления, позволяющие преодолеть указанную проблему, описаны в [10, 19]. Их сущность состоит в следующем. В начале неизменяемой переменной – массы материала на коротком участке ленты в месте сброса материала «восстанавливается» по адекватным моделям измерения массы и перемещения материала, и именно оно используется как регулируемая переменная внутреннего

контур регулювання расхода.

Еще одна проблема в ТС типа «б» связана с ограничениями на скорость движения ленты весоизмерительного транспортера. Дело в том, что при регулировании расходов ленточных дозаторов всегда существует вероятность невозможности изменения скорости транспортера до необходимой в текущий момент из-за физического ограничения этой скорости. Выход скорости ленточного дозатора на ограничения, по-сути, означает разрыв обратной связи в контуре стабилизации расхода, и возникновение некомпенсируемых отклонений расхода от его заданного значения. Преодолеть указанную проблему можно включением в алгоритм управления комплексом функции гарантирования [20]. Сущность алгоритма гарантирования состоит в оценке в реальном времени вероятности выхода на ограничение скоростей лент каждого из дозаторов и такой коррекции значения заданной суммарной производительности всех дозаторов, при которой общая вероятность этого события не будет превышать допустимого значения [21, 22].

Для ТС типа «в» совершенствование алгоритмов управления направлено на решение следующих трех основных проблем.

Первая проблема связана с повышением помехозащищенности измерений текущего значения расхода дозируемого материала, который вычисляется дифференцированием по времени изменяющейся массы весоизмерительного бункера. Поскольку, как отмечалось выше, сигнал измерения массы в этой ТС даже в случае его фильтрации включает высокочастотный шум, то операция дифференцирования будет его резко усиливать. Эффективным путем преодоления этой проблемы является отказ от вычисления расхода материала из весодозирующего бункера. Это возможно, если контур регулювання расхода дозируемого материала заменить контуром регулювання заданного закона изменения массы весодозирующего бункера [23]. При этом важной задачей алгоритма управления становится задача динамического согласования начальных условий за датчика изменяющейся массы с фактическим значением массы бункера после его догрузки (загрузки).

Вторая проблема связана с периодической догрузкой дозируемого материала в расходный весоизмерительный бункер в условиях продолжения дозирования, когда использовать информацию о массе материала в весоизмерительном бункере для стабилизации расхода нельзя. В эти периоды алгоритм управления размыкает контур стабилизации расхода (скорости уменьшения массы бункера) и, либо жестко фиксирует свое управляющее воздействие (скорость шнека) [24, 25], либо изменяет его пропорционально изменяющемуся заданному значению общей производительности комплекса дозирования [26, 27]. Во втором случае алгоритм управления реализует принцип разомкнутого управления, решая на основе модели канала «скорость вращения питателя – расход материала» обратную задачу, где аргументом становится заданное значение расхода компонента. Т.к. для каждого вида дозируемого материала и его конкретных свойств модель будет изменяться, то алгоритм управления должен включать в себя элементы адаптации. Задачей адаптации будет определение параметров указанной модели в конкретных условиях дозирования [23].

Третья проблема связана с неравномерностью истечения дозируемого материала из шнекового питателя, что обуславливается принципиальными особенностями его конструкции. Такое же неравномерное истечение материала характерно и для ТС порционного дозирования. Но в отличие от ТС типа «в», там оно, хотя и несколько снижает точность дозирования, но не приводит к ситуации, которую необходимо классифицировать как проблему. Это очевидно, т.к. при порционном дозировании указанная неравномерность подачи на финальной стадии формирования дозы в весоизмерительном бункере может составлять лишь доли процента от общей массы дозы. При непрерывном дозировании, когда материалы дозируемых компонентов подаются шнековыми питателями на смешивание, теряется одно из главных преимуществ непрерывного дозирования – высокая стабильность соотношения компонентов на входе смесителя. Именно это максимально облегчало задачу обеспечения высокой однородности смеси на выходе смесителя в ТС типа «б». В ТС типа «в» соотношения расходов материала компонентов смеси перед смесителем будут меняться в самых широких диапазонах. Причем спектральный состав этих изменений будет определяться скоростью вращения питателей (разгрузителей) весоизмерительных бункеров, а она будет зависеть от заданного рецепта смеси заданной производительности комплекса и характера возмущений. К сожалению, решения данной проблемы методами разработки специальных алгоритмов автоматического управления пока не предложено.

Критерии сравнения и оптимизации алгоритмов управления. Для ТС типа «а» качество формирования смеси часто рекомендуют оценивать по коэффициенту вариации (см., например, [2, 28]):

$$V_c = \frac{100}{\bar{M}_i^u} \sqrt{\frac{1}{(m-1)} \sum_{j=1}^m (M_i^u(j) - \bar{M}_i^u)^2}, \quad (1)$$

где m – количество циклов дозирования;

$M_i^u(j)$ – измеренное значение массы i -того компонента в j -том отвесе;

$$\bar{M}_i^u = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m M_i^u(j) \text{ – математическое ожидание (среднее значение массы каждого (}i\text{-того) компонента во всех отвесах в }n\text{ циклах дозирования).}$$

Следует заметить, что в обоих цитированных источниках в выражениях для V_c «потерь» символ квадрата для разности масс. Это косвенное свидетельство того, что показателем пользовались мало, иначе «потеря» была бы быстро обнаружена.

Коэффициент вариации (1) не характеризует главного – соответствия *соотношения* компонентов в смеси заданному рецепту. Он мог, хотя и приближенно, характеризовать качество смеси для простейших дозаторов с *фиксированными* заданными значениями масс, для которых эти значения устанавливались, например, с помощью стрелок на циферблатной головке. Во всех дозаторах с системами управления, где текущие заданные значения масс *перерассчитываются*, что происходит во всех алгоритмах с компенсацией досыпки, этот показатель для оценки качества смеси неприемлем. Как альтернативу ему целесообразно использовать нормированные оценки погрешностей дозирования [15]. Они характеризуют отклонения фактических (точнее – близких к фактическим) концентраций (соотношений) компонентов в смеси от их значений заданных рецептом.

Оценки погрешностей порционного дозирования могут быть вычислены: 1) для каждого отдельного (i -того) компонента с осреднением по всем « m » циклам дозирования – ΔR_i^f ; 2) для каждого отдельного цикла дозирования с осреднением по всем « n » компонентам, входящих в смесь – $\Delta R^H(j)$; 3) для смеси в целом – с осреднением и по циклам дозирования и по компонентам – ΔR^H . Погрешности ΔR_i^f и ΔR^H (случай «1» и «3») представляют собой числа, а $\Delta R^H(j)$ (случай «2») – функцию номера отвеса j . Важно отметить, что фактические значения концентраций компонентов в смеси r_i^{ϕ} в реальных условиях получить невозможно. Но, т.к. погрешность взвешивания (изменения массы) бункера всегда существенно меньше погрешности дозирования, то в качестве r_i^{ϕ} используются значения r_i , вычисляемые по измеренным в ходе дозирования значениям масс компонентов M_i^u :

$$r_i = M_i^u(j) / \sum_{i=1}^n M_i^u(j) \approx r_i^{\phi} . \quad (2)$$

Подчеркнем, что именно это позволяет вычислять предлагаемые оценки погрешностей дозирования, непосредственно в ходе самого процесса, не проводя сложных лабораторных анализов. Для того, чтобы сделать соизмеримыми значения погрешностей концентраций ($r_i^{30} - r_i$) для компонентов с различными процентами ввода проводится нормировка значений концентраций относительно их заданных значений r_i^{30} , т.е.:

$$r_i^H = r_i / r_i^{30} = M_i^u(j) / r_i^{30} \sum_{i=1}^n M_i^u(j) . \quad (3)$$

С учётом (2) и (3) выражения предлагаемых оценок погрешностей принимают вид:

$$\Delta R_i^H = \frac{100}{r_i^{30}} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left[\left(r_i(j) - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_i(j) \right) \right]^2} , \quad i = \overline{1, n} ; \quad j = \overline{1, m} ; \quad (4)$$

$$\Delta R^H(j) = 100 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\left(r_i^{30} - r_i \right) / r_i^{30} \right]^2} , \quad i = \overline{1, n} ; \quad (5)$$

$$\Delta R^H = \frac{100}{m} \sum_{j=1}^m \Delta R^H(j) = \frac{100}{m} \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\left(r_i^{30} - M_i^u(j) / \sum_{i=1}^n M_i^u(j) \right) / r_i^{30} \right]^2} . \quad (6)$$

Показатели (4)...(6) могут применяться как на этапах разработки алгоритмов управления весодозирующими комплексами (в ходе имитационного моделирования, когда проводится сравнительный анализ альтернативных алгоритмов и оптимизация их параметров настройки), так и на этапах их эксплуатации – для контроля качества формирования смеси. Важно, что эти показатели не отражают степень однородности смеси, которая должна обеспечиваться заданным режимом смешивания от дозированных компонентов.

Для ТС непрерывного действия (типов «б» и «в») ситуация с оценкой качества дозирования принципиально отличается от рассмотренной выше [29, 30]. Дело в том, что значения фактических концентраций компонентов являются непрерывными функциями времени и должны рассматриваться на выходе смесителя непрерывного действия:

$$r_i(t) = q_i^c(t) / \sum_{i=1}^n q_i^c(t); \quad (7)$$

$$T_{доз} = \arg \left\{ \int_0^{T_{доз}} \sum_{i=1}^n q_i^c(t) dt = M^{3д} \right\}, t \in [0, T_{доз}], \quad (8)$$

где $T_{доз}$ – время формирования (дозирования) смеси заданной массы $M^{3д}$;

$q_i^c(t)$ – расходы дозируемых i -тых компонентов после смесителя непрерывного действия.

Это требует описания смесителя как динамической системы. Процессы смешивания весьма сложны для математического описания, поэтому в полной мере такое описание вряд ли возможно. Однако основное свойство смесителя – сглаживать колебания расходов дозируемых компонентов может быть отображено в форме следующей передаточной функции [8, 31]:

$$W_{q_i - q_i^c}^{cm}(p) = (1 - \exp(-\tau_{сп}p)) \exp(-\tau_{сз}p) / (\tau_{сп}p), \quad (9)$$

где $W_{q_i - q_i^c}^{ci}(p)$ – передаточная функция смесителя по каналу « $q_i - q_i^c$ », $p \equiv d/dt$;

q_i, q_i^c – расходы отдозированных i -тых компонентов перед смесителем и после него;

$\tau_{сп}, \tau_{сз}$ – эквивалентное время эффективного перемешивания компонентов в смесителе и время запаздывания, которое создает смеситель в тракте движения дозируемых компонентов, $\tau_{сп} \leq \tau_{сз}$.

С учетом (9) переменные $q_i^c(t)$, как функции времени для расчетов $r_i(t)$ по (7), по крайней мере, в первом приближении, могут быть найдены из выражения:

$$q_i^c(t) = W_{q_i - q_i^c}^{cm}(p) q_i(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Соответствие сформированной смеси заданному рецепту необходимо оценивать по степени их близости. При этом, во-первых, в качестве меры близости наиболее часто используют величину среднеквадратического отклонения; во-вторых, для «уравновешивания» составляющих погрешности для компонентов с различными $r_i^{3д}$ необходима нормировка переменных входящих в состав показателя «некачественности» смеси. С учетом сказанного, в качестве текущего (мгновенного) значения такого показателя для формируемой смеси целесообразно взять усредненную по количеству компонентов n нормированную погрешность, которая будет являться функцией времени:

$$\Delta R^i(t) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i^{3д} - r_i(t)}{r_i^{3д}} \right)^2}. \quad (11)$$

Для оценки соответствия рецепту всей смеси $M^{3д}$ можно провести усреднение $\Delta R^H(t)$ на всем интервале $T_{доз}$ (такая оценка погрешности будет являться числом):

$$\Delta R^H(T_{доз}) = \frac{1}{T_{см}} \int_0^{T_{см}} \Delta R^H(t) dt. \quad (12)$$

Поскольку $\Delta R^H(T_{доз})$ характеризует близость фактического состава смеси своему рецепту, то ее можно использовать в качестве критерия при синтезе и сравнительном анализе различных алгоритмов управления процессом непрерывного формирования смесей.

Заключение. Проведенный сравнительный анализ вариантов ТС комплексов весового многокомпонентного дозирования и смешивания сыпучих материалов с позиций обеспечения качества формируемых ими смесей позволил более четко выявить конкурентные преимущества и недостатки этих вариантов. Следует отметить, что многие такие недостатки можно отнести к скрытым, выявить которые можно только методами имитационного моделирования, поскольку детальный анализ качества реальной смеси весьма сложен.

Имитационное моделирование является и весьма эффективным инструментом решения задач разработки новых, с более высоким уровнем интеллекта, алгоритмов управления комплексами. Такие алгоритмы нацелены на преодоление недостатков комплексов методами автоматического управления, которые не требуют значительных капиталовложений.

Особо отметим комплексы непрерывного дозирования с весоизмерительными бункерами. Здесь, на наш взгляд, имеется существенный резерв повышения качества, прежде всего – однородности, формируемой смеси за счет совершенствования алгоритмов управления. Это, в частности, сделает актуальной задачу реконструкции комплексов многокомпонентного порционного дозирования и перевод их в режим непрерывного дозирования и формирования смесей.

Литература

1. Весоизирующее оборудование литейных цехов / Богдан К.С., Горбенко В.Н., Денисенко В.М., Каширин Ю.П. – М.: Машиностроение, 1977. – 255 с.
2. Черняв Н.П. Технология комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
3. Лугинин В.И. и др. Разработка и внедрение техники и технологии непрерывного дозирования и смешивания компонентов комбикормов: Обзор. информ. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1989. – 24 с.
4. Гинзбург И.Б., Непомнящий С.Б., Трачевский М.Л. Автоматизированные системы управления технологическими процессами в промышленности строительных материалов: (Основы разработки, проектирования и внедрения). / Под ред. И.Б. Гинзбурга. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 272 с.
5. Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фурт Б. Переработка пластмасс / Под общ. ред. А.Д. Панаматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 с.
6. Автоматизация технологических процессов пищевых производств / Под ред. Е.Б. Карпина – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 536 с.
7. ГОСТ 8.469-2002. Дозаторы автоматические непрерывного действия. Методика поверки. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 2002. – 4 с.
8. Фарфель А.И. Синтез математического и технического обеспечения систем управления непрерывным весовым дозированием компонентов комбикормов: Дис... канд. техн. наук: 05.13.07 – Одесса, 1987. – 242 с.
9. Митрофанов С.Ю. Алгоритмы и системы управления весовых дозаторов непрерывного действия комбикормового производства: Дис... канд. техн. наук: 05.13.07. – Одесса, 1989. – 331 с.
10. Шейда Голбад К. Системы гарантирующего управления непрерывными процессами формирования смесей сыпучих материалов: Дис... канд. техн. наук: 05.13.07 – Одесса, 2001. – 146 с.
11. Многокомпонентная линия весового порционного дозирования сухих смесей http://www.notisural.ru/line_dozir.htm
12. Дудник В.В., Маноха И.Е., Чоботов В.П. Использование ЭВМ в кормопроизводстве: – К.: Изд-во УСГА, 1993. – 200 с.
13. Хобин В.А., Дец Д.В. Имитационная математическая модель многокомпонентного весового дозатора периодического действия // *Зернові продукти і комбікорми.* – Одеса, 2002. № 2. – С. 171 – 177.
14. Хобин В.А., Дец Д.В. Сравнительные исследования традиционных и новых алгоритмов управления процессами порционного многокомпонентного весового дозирования // *Автоматизація виробничих процесів.* – К.: НВК «Київський інститут автоматики», 2006. – № 2 (23). – С. 137 – 143.
15. Хобин В.А., Дец Д.В. Автоматизация процессов порционного многокомпонентного весового дозирования: проблемы, пути решения, перспективы // *Зернові продукти і комбікорми.* – Одеса, 2002. № 2. – С. 49 – 56.
16. Хобин В.А. Повышение качества формирования смесей средствами интеллектуализации алгоритмов управления порционным дозированием // *Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы.* – Херсон, 2004. – № 2 (14). – С. 261 – 268.
17. Хобин В.А., Митрофанов С.Ю. Математическая модель весового конвейерного дозатора сыпучих материалов // *Изв. вузов. Пищевая технология*, № 5, 1986. – С. 50 – 54.
18. Шейда Голбад К. Цифровое имитационное моделирование конвейерных весовых дозаторов в среде MATLAB // *Тр. Одес. политехн. ун-та.* – Одесса, 2001. – Вып. 2 (14). – С. 115 – 120.
19. Конвейерный дозатор: А.с. № 1506288 СССР, МКИ G01 G 11/08 / В.А. Хобин, С.Ю. Митрофанов, Ф.С. Гальперин, А.И. Фарфель (СССР). – Заявлено 20.10.87; Опубл. 07.09.89, Бюл. № 33. – 5 с.
20. Хобин В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения: – Одесса: «ТЭС», 2008. – 304 с.
21. Хобин В.А., Шейда Голбад К. Принципы гарантирующего управления качеством формирования смесей // *Автоматизація виробничих процесів*, № 2 (9), Київ, 1999. – С. 104 – 109.
22. Хобин В.А. Системы гарантирующего управления на примере оптимизации процесса непрерывного дозирования // *Автоматизація виробничих процесів.* – К., 2005. – № 2 (21). – С. 54 – 59.
23. Весовой дозатор непрерывного действия: А.с. № 1265486 СССР, МКИ G01 G 11/14 13/28 / В.А. Хобин, С.Ю. Митрофанов, В.А. Шаповаленко, Ф.С. Гальперин, А.И. Фарфель (СССР). – Заявлено

- 04.01.85; Опубл. 23.10.86, Бюл. № 39. – 6 с.
24. Весовой дозатор непрерывного действия: А.с. № 1236320 СССР, МКИ G01 G 11/14 / В.А. Хобин, Ф.С. Гальперин, А.И. Фарфель, С.Ю. Митрофанов (СССР). – Заявлено 28.08.84; Опубл. 07.06.86, Бюл. № 21. – 6 с.
 25. Весовой дозатор непрерывного действия: А.с. № 1310643 СССР, МКИ G01 G 11/08 / В.А. Хобин, Ф.С. Гальперин, А.И. Фарфель, С.Ю. Митрофанов (СССР). – Заявлено 29.08.85; Опубл. 15.05.87, Бюл. № 18. – 6 с.
 26. Весовой дозатор непрерывного действия: А.с. № 1339410 СССР, МКИ G01 G 11/14 / В.А. Хобин, Ф.С. Гальперин, А.И. Фарфель, С.Ю. Митрофанов (СССР). – Заявлено 16.04.86; Опубл. 23.09.87, Бюл. № 35. – 6 с.
 27. Хобин В.А., Митрофанов С.Ю. Гальперин Ф.С. Фарфель А.И. Алгоритмы управления бункерным дозатором непрерывного действия в составе комплекса многокомпонентного дозирования // Приборы и системы управления, № 2, 1987. – С. 28 – 30.
 28. Дудник В.В., Манзій В.М., Бурячинський О.М. Практичні рекомендації щодо поліпшення якості роботи багатоконпонентних вагових дозаторів на комбикормових підприємствах. – Київ, 1993. – 33 с.
 29. Хобин В.А., Фарфель А.И. Критерий оптимальности АСУ ТП дозирования комбикормов // Изв. вузов. Пищевая технология, № 3, 1986. – С. 93 – 97.
 30. Хобин В.А., Шейда Голбад К. Формализация задачи эффективного гарантирующего управления формированием смесей // Наук. пр. ОДАХТ / Одеса: 1999. – Вип. 19. – С. 200 – 203.
 31. Видинеев Ю.Д. Дозаторы непрерывного действия. – М.: Энергия, 1978. – 184 с.

РОЗДІЛ 4
**СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ
ЗЕРНОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ**

FOOD CONSUMPTION IN UKRAINE AND ITS DYNAMICS

**Katerina Fedosova, Ph.D. (Engineering), Associate Professor (docent),
Leonid Kaprelyants, D.Sc. (Engineering), Professor
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa**

Content of the paper is based on the report on food consumption in Ukraine prepared in the framework of the FP7 BaSeFood project. It is shown that the dietary intake of Ukrainian population is gradually improving. However, consumption of foods has a deformed structure with deficiency of proteins and excess of carbohydrates. The diet of Ukrainians has specific features caused by stereotypes of consumer behavior. There must be cardinal changes in the diet according to scientific recommendations.

Содержание статьи основано на докладе о потреблении продуктов питания в Украине, подготовленном в рамках проекта FP7 BaSeFood. Показано, что рацион питания украинского населения постепенно улучшается. Тем не менее, потребление продуктов питания имеет деформированную структуру с дефицитом белков и избытком углеводов. В рационе украинцев имеются специфические особенности, обусловленные стереотипами потребительского поведения. Необходимы кардинальные изменения в рационе питания в соответствии с научными рекомендациями.

Key words: food consumption, households, diet, Ukraine

In the framework of the FP7 BaSeFood project a report has been prepared on food consumption in Ukraine and its dynamics based on available statistic data. Following the Ukraine Cabinet of Ministers Resolution [1], a quarterly (four times a year) survey of about 10 thousand households is carried out by the State Statistics Committee. All expenditures and consumptions are registered daily. Household survey results are published every year by the State Statistics Committee of Ukraine under the title of "Household Expenditures and Resources" [3]. Recently published tables [2] contain information related to the period of time till 2010. This paper is based on the analyses of the published data and our own investigations in the subject.

The sampling during the household surveys is done using a probability method and multistage stratification, through the selection of the territorial units with a probability proportional to the size. For the sampling frame determination, 2001 nationwide census data is used in urban settlements, while in rural areas materials of the household registration by the administrative - territorial divisions are used. A household is defined as a group of people living in a residential building or in a part of it, providing themselves with everything necessary for their life, occupied with their common household, fully or partially putting together and spending their money, who may be related by blood, by law, or not be related at all. The usual response rate is about 80 % (10 % refused to participate, 10 % did not participate for other reasons).

Initial information is collected in the form of household current expenditure diaries, where all required data are recorded during 7 days in succession. The seasonal variability is tracked by the survey quarterly performance. All foods in the template of the current expenses diary are divided into the following 11 groups:

- Meat, meat products, bacon, animal fats (with exception of butter);
- Fish, fish products, sea products;
- Milk, dairy products, butter, ice-cream;
- Bread and bakery products, flour, groats, legumes, macaroni products;
- Eggs;
- Oil, margarine, mayonnaise;
- Sugar, confectionery products, sweets, chocolate, jam, fruit butter, honey;
- Potato, vegetables, vegetable canned foods, mushrooms;
- Fruits, berries, fruit-berry canned food, water-melons, melons;
- Alcoholic and soft drinks, tea, coffee;
- Salt, spices.

In a separate table of the diary all expenses for outdoors meals are registered according to the place where the meal was consumed: restaurant; diner, cafeteria at work or at school; cafe, cafeteria, snack bar, cafeteria at the theatre, vending machine, bar. In a separate table, food products received either from a personal part-time farm, or presented as gifts, or received free-of-charge from other sources are registered as well.

It is interesting that a relatively detailed description of consumed foods is contained in individual household diaries. However, at the next stage, when the diaries are collected, the information is processed in such a way, that all items in a specific group are summarized. Further statistical treatment is performed on the compressed data on 11 groups of the food products. Therefore, it is not possible to extract data on consumption of a specific

food later on, for example, nuts, or butter, or juices, or soft drinks. Moreover, the consumption of all dairy products is recalculated for fresh milk. That is why rather ridiculous figures appear in statistical tables on consumption of milk and dairy products.

Table – 1 Households characteristics

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Average size of household, persons	2.73	2.71	2.62	2.62	2.61	2.60	2.60	2.60	2.60	2.59
with one person	21.0	20.9	22.4	22.4	22.2	24.6	24.0	23.7	23.2	23.5
with two persons	28.1	29.2	29.6	30.2	29.3	27.2	27.1	27.0	28.6	28.3
with three persons	22.1	22.6	23.5	23.3	24.5	23.4	25.0	25.7	25.2	25.4
with four persons and more	28.8	27.3	24.5	24.1	24.0	24.8	23.9	23.6	23.0	22.8
(%) of households with children	42.5	41.3	38.9	37.2	37.5	37.7	37.7	37.8	37.8	37.8
(%) of households without children	57.5	58.7	61.1	62.8	62.5	62.3	62.3	62.2	62.2	62.2

As one can see from Table 1, the households are characterized by the average size of the household in number of persons [2]. The households are also considered with and without children, taking into account the specified number of children. During the last 10 years the average size of the household in Ukraine decreased from 2.73 in 2001 to 2.59 in 2010. It is interesting that there are almost equal four groups of households consisting of 1-, 2-, 3-, 4 and more persons. Number of households with children significantly decreased from 42.5 % in 2001 to 37.8 % in 2010 reflecting a steady tendency of the birth rate reduction.

As follows from the structure of the total expenditure (Table 2), the well-being of Ukrainian population gradually increases. Consumption expenditure has decreased from 93.7% in 2001 to 90 % in 2010, while expenditure for food products and soft drinks decreased from 62.6 % to 51.6 % for the same period of time. The latter indicate that Ukraine should not be considered a poor country any more; because it is believed that a population lives in the state of poverty, if the food products expenditure exceeds 60 % of all consumption expenses.

Table – 2 Structure of total expenditure

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Monthly expenditure per household, UAH	607	658	737	904	1229	1443	1723	2590	2754	3073
Total consumption expenditure, %	93.7	92.8	93.3	92.6	91.1	90.5	90.0	86.2	87.8	90.0
Food and soft beverages, %	62.6	59.1	58.6	57.5	56.6	53.2	51.4	48.9	50.0	51.6
Alcoholic beverages and tobacco, %	2.8	2.6	2.8	2.8	2.9	2.6	2.6	2.2	3.2	3.3
Manufactured goods and services, %	28.3	31.1	31.9	32.3	31.6	34.7	36.0	35.1	34.6	35.1
Non-consumption total expenditure, %	6.3	7.2	6.7	7.4	8.9	9.5	10.0	13.8	12.2	10,0

Improvement of living conditions and well-being of Ukrainian citizens is confirmed by the data of Table 3 indicating that in 2010 only 21,8 % of population lived with average per capita total income under subsistence minimum, while in 2001 more than 80 % of the total population were in condition of poverty.

It follows from Tables 2 and 3 that in 2008 people lived better than in 2010. This is obviously explained by the worldwide economic crisis that started at the end of 2009.

Table 3 – Population with average per capita income lower than subsistence minimum

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Million person	39.9	39.8	35.2	30.3	25.3	22.5	12.3	7.2	6.9	9.7
% of the population	82.7	83.3	76.2	65.6	55.3	49.7	27.2	16.1	15.5	21.8
Subsistence minimum (per person per month, UAH)	311.3	342.0	342.0	362.2	423.0	463.8	518.5	607.5	638.5	843.2

From analysis of foods consumed by households in the last 10 years (Table 4) it is seen that consumption of meat and meat products increased during the decade by 82.1 %, milk and dairy products – by 10.4 %, eggs – by 25 %, fish and fish products – by 28.6 %, vegetables by 5.5 %, fruit, berries, nuts, grapes – by 68.2 %. At the same time, consumption of potatoes in 2010 decreased comparing to 2001 by 31.5 %; bread and bakery products by 13.1 %. sunflower-seed oil and other vegetable oils – by 10 %, sugar by 10 %. Decrease of bread, potatoes and sugar consumption is positive and reflects improvement of foods variety in the diet. Increase of the income of the population has given the consumers a better chance for maintaining the appropriate level of the domestic nutrition and for its improving.

Table 4 – Foods consumed by households, average monthly, per one person

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
– meat and meat products, kg	2.8	3.3	3.9	4.0	4.4	4.7	5.1	5.1	4.8	5.1
– milk and dairy products, kg	17.3	18.8	19.1	20.2	21.7	22.3	22.1	22.6	19.8	19.1
– eggs, units	16	17	17	18	21	19	20	20	20	20
– fish and fish products, kg	1.4	1.4	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	2.1	1.8	1.8
– sugar, kg	3.3	3.1	3.2	3.6	3.6	3.2	3.2	3.4	3.2	3.0
– sunflower and other oils, kg	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	1.8
– potatoes, kg	11.1	10.3	9.9	10.1	9.6	8.7	8.3	8.4	8.0	7.6
– vegetables, kg	9.0	9.5	9.0	8.7	9.1	9.4	8.7	9.3	10.1	9.5
– fruit, berries, nuts, grapes, kg	2.2	2.4	2.5	2.7	3.1	3.0	3.6	3.7	3.6	3.7
– bread and bakery, kg	10.7	10.7	10.3	10.4	10.3	9.8	9.6	9.6	9.3	9.3

Table 5 – Food value and nutrients in foods consumed in households in 2007 (average per day per person)

	Food value (kcal)	Proteins (g)	Lipids (g)	Carbohydrates (g)
All households	3482	93	159	426
Urban households	3370	92	161	395
Rural households	3713	97	156	491
With children	2923	80	134	357
Without children	4097	109	188	502
The poorest 10 %	2830	73	123	366
The richest 10 %	3792	108	185	429

As one can see from Table 5, the average caloric content of per person daily diet, in 2007, was 3482 kcal with 93 g of proteins in the consumed foods, 159 g of lipids, and 426 g of carbohydrates. The caloric value in all groups is higher than the norms for both active and disabled persons. The lowest value (2923 kcal) is observed in the households with children. Even in the households where per person income is lower than the minimum cost of living (subsistence minimum) the caloric value is higher than the norm for the active persons. As a paradox,

the highest caloric value (4813 kcal) is observed in the households consisting only of persons of disabled age, being more than twice as high as the recommended value of 2000 kcal. The caloric value is especially high in rural households (3713 kcal) and households without children (4097 kcal). This tendency should be considered as a negative one, because firstly it is a possible cause of the obesity and secondly this is a clear indication of the misbalanced diet.

Three groups of households have shown a deficit of proteins: households with children (80 g), households with children not having either one or both parents (83 g), and households with per person income lower than the subsistence minimum (78 g). The situation is especially negative, if one considers the data on the content of lipids in consumed foods in the same groups. There is no deficiency observed; on the contrary, the content of lipids is 30-40 % higher than the norm indicating that there is a considerable misbalance in ratio between proteins and lipids. Such a distortion is observed in all groups of households. The situation is particularly alarming in the households without children where 188 g of fats are consumed per day instead of the recommended 100 g, and in the households consisting only of persons of disabled age where 216 g of lipids are consumed daily.

Content of carbohydrates in consumed foods in households of three groups, namely, in urban households (395 g), in households with children not having one or both parents (377 g), and in households with per person income lower than minimum cost of living (384 g) is almost equal to the recommended norms, while the consumption in households with children (357 g) is lower than the norm. Again, in households consisting only of persons of disabled age the consumption of carbohydrates is enormously high, 2 times exceeding the recommended norm.

The caloric content of a daily diet per countryman was 10 % higher than that of the urban population. The countrymen consumed more: potato by 50 %, bread and grain products by 31 %, sugar by 10 %, milk and dairy products by 5 %, vegetables and melons by 3 %.

Consumption of foods in the households depends on the number of children (Table 6). Amount of the consumed basic foods per person in households with children was 1.6-1.1 times less than in households without children. Consumption almost in all households with many children was much lower than that in one-child households. Consumption of fruits, berries, nuts, grapes, meat and meat products, fish, eggs, oil and other vegetative fats, vegetables and melons was less by 31-19 %, milk and dairy products by 14 %, sugar by 11 %. At the same time, consumption of potato, bread and bakeries in households with three and more children was accordingly by 31 % and 4 % higher than in the case of only one child.

Table 6 – Food consumption in households (average per day per person, g)

	All	In urban area	In rural area	With children	Without children	Poorest 10 %	Richest 10 %
Meat and meat products	170	183	137	143	197	107	233
Milk and dairy products	736	723	759	636	846	523	916
Eggs	40	42	36	38	42	34	42
Fish and fish products	63	67	57	50	80	43	87
Sugar	107	103	113	87	130	83	113
Oil and other vegetable oils	57	57	57	47	67	47	60
Potato	276	236	366	246	313	263	256
Vegetables and melons	290	286	296	240	346	210	356
Fruits, berries, nuts, grapes	120	140	70	107	130	66	210
Bread and cereal products	320	290	380	266	380	290	300

In households with young families, expenses for foods in 2007 amounted 51 % of all cumulative expenses that is less than the average for all households. Consumption of all basic foods and caloric content in such households was by 23-25 % lower than the average figures per person.

Low among all groups were the energetic value and the contents of nutrients in the diet of households of the first decile group defined by the distribution of total per person income level. In this group content of proteins, lipids, carbohydrates and caloric content of the foods consumed per person per day were higher comparing to the norms established by the living wage for the disabled population, but was lower (except for lipids and caloric content) than corresponding norms for healthy population.

The differentiation was continued in consumption of foods between households of the poorest 10 % with the total per month income lower than the subsistence minimum and the most prosperous 10 % of households (Table

6). The latter spent for meals 1.6 times smaller part of their cumulative expenses (40 %) than the first decile, while the caloric content (3792 kcal) was 1.3 times higher. In households of the first decile and in groups with the total income lower than the subsistence minimum, one person consumed fruits, berries, nuts, grapes, meat and meat products, fish, milk and dairy products, vegetables and melons, sugar, vegetative fats, eggs 3.2-1.2 times less than persons from the most prosperous last decile group, while consumption of bread and potato was more by 3 % and 4 % accordingly in the poorest group.

Foods produced at personal farms traditionally play a significant role in population life, particularly in that of the rural one. In 2007 more than a half of potatoes consumed in the households was produced at such farms as well as about one third of vegetables, melons and gourds, a quarter of eggs, 14 % of milk and dairy products, 11 % of fruits, berries, nuts, grapes, meat and meat products. In the rural households, it has been produced accordingly from 90 % to 36 % of the specified products.

There is a very important question: does the diet of Ukrainians correspond to international recommendations and norms? Annually the UN releases a report on the level of human development. The basic generalized parameter is the Human Development Index (HDI) calculated using data on the life expectancy, the degree of literacy and the total per capita product. According to the Human Development Report 2011 [4], the highest HDI has Norway (0.943) with the life expectancy of 81.1 years and gross national income per capita of 47 575 US\$. The Ukraine occupies 76th place with HDI=0.729, the life expectancy of only 68.5 years, and the gross national income per capita of 6 145 US\$ (for comparison, in Russia GNI=14 561 US\$, i.e. 2.4 times higher).

The low life expectancy is caused partly by a wrong diet. Seven risk factors have the greatest influence on the death rate from non-infectious diseases [5], four of which are related to nutrition (hypercholesterolemia, superfluous body weight, alcohol abuse, insufficient consumption of fruits and vegetables). All these risk factors are actual for the population of Ukraine.

In the European Union, considerable attention is paid to interrelation between nutrition and health, and millions of euros are spent for financing corresponding projects. Unfortunately, except for the selective inspection of households, anything similar has not been done in Ukraine. So-called "consumer's basket" [6,7] was not reconsidered since 2000. There is no national program of the healthy nutrition. At the same time, precise scientifically proved recommendations on a rational and healthy nutrition are very popular abroad [8-10]. In Ukraine, recommendations on the balanced diet are based on so-called formula of the balanced nutrition [11] suggested by A. A. Pokrovskiy in 1964 and used until now in spite of the fact that approach to problems of the balanced diet has essentially changed during the last 40 years.

The Ukrainian norms underestimate importance of proteins, overstating at the same time contents of fats. As a result, recommended for Ukrainians relation between proteins, fats and carbohydrates does not correspond to the last recommendations of scientists. Moreover, interrelation between saturated, vegetative and polyunsaturated fat acids is also distorted.

Survey has shown that Ukrainian population does not pay serious attention to a balanced diet, and some questions cannot be answered at all. It appeared, for example, that 10 % of the population have never measured and do not know their body mass, almost half (44.5 %) cannot estimate the caloric value of the diet, every third (32.7 %) eats irregularly and only 5.9 % follow a low cholesterol diet.

Twice overstated are Ukrainian norms for sodium (4-6 g/day). At the same time, recommendations on such important minerals as potassium, magnesium, iron and zinc in the Ukrainian norms are understated by 1.5-2.0 times. As for vitamins, 4-6 times understated are Ukrainian norms for vitamin B₃, and 2.5 times the norms for B₁₂.

It was interesting to compare consumption of basic foods in Ukraine with that in other European countries [12]. Data on a diet in 16 European countries were obtained from the DAFNE database reflecting consumption in 1999-2005 [13]. The corresponding data for Ukraine have been taken from the State Statistics Committee report [2] and from composition of the "consumer's basket" [6,7].

In Table 7 only average figures for the European countries are presented, although there was a wide scatter practically for all parameters. For example, at the average consumption of animal fats of 11.9 g/day, only 0,8 g/day are consumed in Greece, while 41 g/day are consumed in Poland, i.e. 50 times more(!). Comparison with Ukraine on this parameter is impossible, since by the Ukrainian methodology all milk products including butter, are recalculated in pure milk.

According to Ukrainian norms, consumption of animal and vegetative fats should correspond to 1:1 ratio, although consistent with most recent European and American recommendations this ratio should be 1:2 for the benefit of vegetative fats. The average ratio for the European countries, as one can see from Table 7, is 1:3, while in Greece where only olive oil is commonly consumed this ratio reaches 1:100 (!). The Mediterranean diet [14] with high consumption of the olive oil is considered by some scientists as the ideal one for all European countries. It is necessary to note, that on consumption of vegetative oils Ukraine does not differ from majority of the European countries.

Table 7 – Consumption of main foods

Foods consumed by households, per day per one person, g	Average in EU countries	Ukrainian "consumer's basket"	Real consumption in Ukraine in 2008
– meat and meat products	153	146	170
– milk and dairy products	300	394	753
– fish and fish products	30.5	35.7	70
– sugar	31	66	113
– animal fats	11.9	19.2	?
– vegetable oils	32.4	19.5	60
– potatoes	132	260	280
– vegetables and melons	163	301	310
– fruit, berries, nuts, grapes	164	175	123
– bread and bakery products	134	301	320

The Ukrainian norm for consumption of bread and bakery products more than 2 times exceeds average for the European countries (134 g/day), with the actual consumption being even higher (345 g/day). This reflects from one side a national tradition of eating all dishes with bread, but, from another side, it is the result of the relative poverty and inability to have a more rational diet. The similar situation is observed with potato, consumption of which in Ukraine is 2 times higher than the average in the countries of Europe.

Consumption of vegetables and fruits under modern recommendations should exceed 400 g/day. Apparently, as it is seen from Table 7, even in the European countries this norm is not met with 163 g/day of vegetables and 164 g/day of fruits. Ukrainian norms considerably exceed the European recommendations; however actual consumption in Ukraine, especially of fruits (123 g/day), is still low.

A serious problem is the over-consumption of sugar by Ukrainians (113 g/day) that should be reduced, at least by half. Now in Ukraine almost 4 times more sugar is consumed compare to other European countries, in contradiction with recommendations for the healthy diet.

Thus, as it is seen from Table 7, consumption of all foods in Ukraine is higher than in other European countries in average, except fruits. A special study of the dietary intake of Ukrainian students [15] has shown that bread and potato which were the main foods in the diet of Ukrainians until the end of 20th century become less and less consumed. Only 63.8 % of females and 77.1 % of males still consume bread daily, while, only 21.7 % of females and 34.3 % of males eat potato daily. This fact and a sharp increase in consumption of fruits and vegetables show that the well-being of Ukrainians is improving during the last years.

The following facts are interesting. Contrary to modern recommendations, 44.9 % of females and 60.0 % of males eat butter daily, while 60.9 % of females and 28.6 % of males never eat lard ("salo") generally believed to be the most traditional Ukrainian food.

Conclusion

The statistical data on the dynamics of consumption of different food groups indicate that the dietary intake of Ukrainian population is gradually improving. However, consumption of foods by its structure is still typical for countries with a low standard of living and is characterized by a deformed structure of the diet with deficiency of proteins and excess of carbohydrates. Such situation is the result of inflation and rise in prices that has led to mass transition to consumption of "Giffen goods", i.e. cheap products of poor quality. The strongly pronounced differentiation of the Ukrainian population by character and quality of the diet is observed and connected with stratification of the society by the level of material well-being.

The diet of the Ukrainian population has specific features caused by stereotypes of consumer behavior developed during decades, as well as the features of the Ukrainian mentality. Increase in material well-being of households is accompanied by increase not only in the cost and quality, but also in volume of foods that contradicts to existing norms and recommendations. In spite of the increase of the caloric value, the daily diet remains unsatisfactory, since the increase of the caloric value occurs, first of all, due to fats and carbohydrates.

The culture of the eutrophy in Ukraine demands some cardinal changes in the diet, such as the maintenance of the recommended relation between proteins, lipids and carbohydrates; increase in consumption of complex carbohydrates (up to 50-70 % of the caloric value and fibers (up to 40 g/day); consuming of not less than 400 g/day of vegetables and fruits; considerable reduction of the consumed sugar (up to 50 g/day); decrease in amount of salt (up to 6 g/day); minimum of alcohol; lowering the excessive body mass. At the same time, it is necessary to avoid eurocentrism, not forgetting that the national cuisine and traditions of the healthy eating result from a long adaptation of the population to specific conditions of life and environment.

Acknowledgment

The paper has been prepared in the framework of the FP7 BaSeFood project financed by the European Union (Grant agreement no. 227118). Authors would like to express their gratitude to officials of Odessa division of the State Statistic Committee who supplied us with some important information on the household surveys.

References

1. About the survey of living conditions in households, Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine on November 2, 1998 № 1725 (in Ukrainian).
2. The State Statistics Committee of Ukraine http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/gdvvg_rik/dvvg_e/str_vut2006_e.htm
3. Household Expenditures and Resources in Ukraine, 2011 (according to sample survey results), State Statistics Committee of Ukraine, Kiev, 450 p.
4. Human Development Report 2011 Sustainability and Equity: A Better Future for All, UN Development Program, Palgrave Macmillan, 2011, 185 p.
5. The world health report 2002 – Reducing Risks, Promoting Healthy Life, WHO, 2002, 250 p.
6. Norms of physiological needs of the Ukrainian population in basic food substances and energy, Ministry of Health – Order No. 272 dated 18.11.1999. (in Ukrainian)
7. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine 14.04.2000 № 656 "On approval of selection of food products, sets of non-food items and sets of services for basic social and demographic groups of population" (in Ukrainian).
8. "Eurodiet" – Nutrition & Diet for Healthy Lifestyles in Europe, 2002, 21 p.
9. Trichopoulou A, Lagiou P, (eds). Nutrition in Europe. Report to the European Parliament, 1997, 184 p.
10. Dietary Guidelines for Americans, U.S. Dept of Health, U.S. Dept of Agriculture, 2005, 84 p.
11. Pokrovskiy A. A. Role of the biochemistry in development of the nutrition science M.: Nauka, 1974. –127 p.
12. Fedosova K. S. Does the diet of Ukrainians correspond to international recommendations and norms? // Food Science and Technology. – 2007. – № 1, P. 13-19. (in Russian).
13. DAFNE database <<http://www.dafnedatabase.org.uk/>>
14. Trichopoulou A., Lagiou P. Healthy traditional Mediterranean diet—an expression of culture, history and lifestyle. Nutrition Review, 1997; 55:383–389.
15. Fedosova K. S., Telezhenko L. N. Dietary intake of Ukrainian students // Proceedings of 1st European Food Congress, 4-9 Nov. 2008, Ljubljana, Slovenia, P. 215.

УДК 664.696:613.2

АНАЛІЗ АСОРТИМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВНИХ МОТИВАЦІЙ І ПЕРЕВАГ ПРИ ВИБОРІ ЗЕРНОВИХ ХЛІБЦІВ

Мардар М.Р., канд. техн. наук., доцент, Значек Р.Р., асистент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена формуванню якості нових видів зернових хлібців підвищеної харчової цінності. Представлено їх сучасний асортимент на ринку України. Проведено маркетингове дослідження стосовно впровадження на ринок цього нового виду продукту.

This article is devoted to the formation of the quality of the new kinds of grain, high food value and presented their modern range on the market of Ukraine. Conducted marketing research on the implementation of the market of this new type of product.

Ключові слова: сухі сніданки, зернові хлібці, асортимент, маркетингове дослідження.

Одним з найважливіших факторів, який обумовлює стан здоров'я сучасної людини, є харчування. Рациональне харчування в сучасних умовах має актуальне значення у зв'язку з подальшим погіршенням екології навколишнього середовища. Відомо, що рациональне харчування сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя, створенню умов для підвищення здатності організму протистояти несприятливим умовам навколишнього середовища, забезпечує нормальний ріст і розвиток дітей [1]. Виявлено, що раціони харчування населення України дефіцитні за вмістом практично всіх біологічно активних речовин, зокрема споживання білка тваринного походження в середньому на душу населення зменшилось на 10,9 %, вітамінів і мікроелементів – 15...55 %, харчових волокон – 30 %.

У зв'язку з цим створення асортименту продуктів профілактичного спрямування для корекції раціонального харчування населення є актуальним завданням сьогодення. В наш час розробляються рецептури і технології отримання різних зернових продуктів, які широко розповсюджені в масовому харчуванні населення, а саме хлібобулочних і макаронних виробів, харчових концентратів, збагачених різноманітними добавками як рослинного, так і тваринного походження. При цьому особливий інтерес становлять готові до споживання продукти – зернові хлібці, які мають подовжений термін зберігання, зручні при транспортуванні та споживанні, користуються попитом серед різних верств населення, в тому числі дітей, підлітків, людей похилого віку.

При створенні збагачених харчових продуктів важливо враховувати думку споживачів, на яких ці продукти орієнтовані. Для цього необхідно було провести аналіз ринку та маркетингове дослідження, яке б вирішувало ряд завдань. У першу чергу оцінити сучасний стан вітчизняного ринку зернових хлібців та дослідити переваги споживачів при виборі нових видів зернових хлібців.

Готові сніданки на основі злакових культур є крамницею поживних речовин і вітамінів, тому є ідеальним продуктом для споживання на сніданок [2]. В Україні щорічно реалізується близько 28 тис. т сухих сніданків на суму 30 ... 35 мільйонів доларів, причому 90 % з них, припадає на вітчизняний товар. Ринок сніданків ненасичений. Про це можна судити з того, що в Європі і США споживання сухих сніданків на кожного жителя становить від 1 до 7 кг на рік, в Україні – 0,3 кг [3]. Структура споживання сухих сніданків в Україні характеризується такими даними: приблизно 40 % всього обсягу споживаного продукту припадає на пластівці, 25 % – на кукурудзяні палички. Питома вага споживання подушечок становить приблизно 15 %. На частку зернових хлібців припадає приблизно по 10 % всього обсягу споживання.

Імпорт сухих сніданків в Україну невеликий, головним чином, ввозиться продукція верхнього цінового сегмента. На внутрішньому ринку основним попитом користується продукція середнього і нижнього цінових сегментів, тому для вітчизняних виробників такий імпорт особливої небезпеки не становить.

Найбільш значущими імпортерами сухих сніданків на територію України у 2010 році стали Росія і Польща, питома вага яких у загальному обсязі імпорту продукту була приблизно однаковою (45 % і 44 % відповідно). Обсяг імпорту сухих сніданків на територію України (рис. 1) у 2005 р. становив 1,8 тис. тонн. У 2006 і 2007 рр. імпорт цього виду продукції досить активно зростає. Так, темп приросту за вказаний період становив 47 % і 34 % відповідно. А в 2009 р. спостерігається істотне скорочення імпорту сухих сніданків на територію України, темп якого становив 34 % в порівнянні з 2008 р. [4].

Експорт сухих сніданків за межі України (рис. 2) в 2005 р. становив близько 1,3 тис. тонн. У 2006 р. спостерігається приріст цього показника на 15 %. У 2007 р. стосовно 2006 р. зафіксований максимальний приріст експорту продукції протягом досліджуваного періоду – 52,5 %. Трохи менший темп приросту (39 %) мав місце в 2008 р. Проте в 2009 р. стосовно 2008 р. обсяг експорту сухих сніданків скоротився на 11 %.

За даними інформаційно-аналітичного агентства «Союз-Інформ», обсяг ринку сухих сніданків в Україні в 2010 році становив 10 тис. тонн, а виручка від їх реалізації становила за 2010 рік 6,3 мільйонів доларів, або 60 % від виручки за докризовий 2008 рік. Основними виробниками за 2010-2011 роки є ЗАТ «Нива» (ТМ «Добродія»), ТОВ «Новоук-

Динаміка обсягу імпорту сухих сніданків на територію України в 2005-2009 рр.

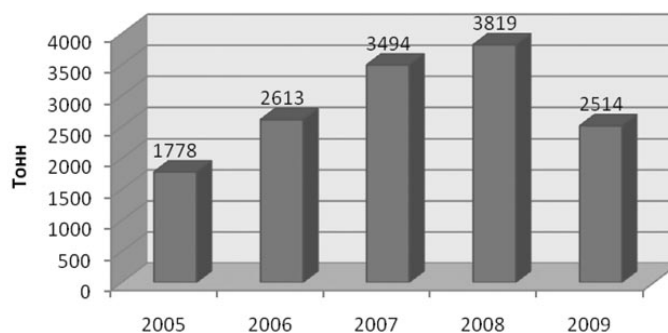


Рис. 1 – Обсяг імпорту сухих сніданків в Україну

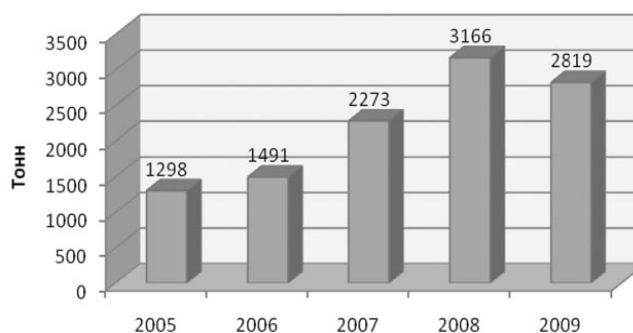


Рис. 2 – Експорт сухих сніданків за межі України

раїнський комбінат хлібопродуктів» (ТМ «Геркулес»), ЗАТ «Дніпропетровський комбінат харчових концентратів» (ТМ «Злаково», «Золоте зерно»). Ці підприємства експортують свою продукцію на територію Грузії, Лівану, Молдови. Найбільший виробник ринку ВАТ «Лантманнен Акса» [3, 4].

У даній роботі нас цікавив один вид сегмента ринку сухих сніданків – зернові хлібці. На українському ринку зернових хлібців представлені і конкурують як зарубіжні, так і вітчизняні фірми. Серед українських виробників можна відзначити такі фірми, як ТОВ «Лавка здоров'я» (ТМ «Хлібці-Удальці»), ПП «Каштан» (ТМ «Хрумтик»). Їх продукція доступна всім споживачам, оскільки знаходиться в низькому та середньому цінових сегментах. Але боротьбу за гаманці споживачів ведуть також і іноземні компанії, такі як ТОВ «Кондитерські традиції» (ТМ «Крузетт» – Росія), АО «Васан» (ТМ «FINN CRISP» – Фінляндія) [3, 4].

Асортимент зернових хлібців на продовольчому ринку сьогодні досить обмежений. При цьому більшість запропонованих зернових хлібців не збалансовані за співвідношенням основних харчових речовин, містять у своєму складі харчові добавки, вживання яких є небезпечним для організму людини. Також було визначено, що виріс інтерес покупця до здорової їжі, що привело до зростання ринку готових сухих сніданків, а саме зернових хлібців. Сьогодні цей інтерес супроводжується ще й суттєвими якісними змінами самих продуктів. Тому було вирішено провести маркетингове дослідження стосовно зернових хлібців для обґрунтування доцільності нашої розробки та виявлення ставлення споживачів до нового товару.

Дослідження проводилось у березні-квітні 2012 року в м. Одесі. В ньому взяли участь 500 осіб різного роду занять, матеріального і сімейного стану, освіти та статі. Серед вибраних респондентів 5 % – до 20 років, 40 % – 21-30 років, 25 % – 31-40 років, 15 % – 41-50 років, 15 % – старше 50 років. З них 44 % – чоловіків і 56 % – жінок, з яких 45 % – неодружених і 55 % – одружених; 21 % – студентів, 14 % – домогосподарок, 30 % – викладачів, 22 % – робітників, 5 % – пенсіонерів, 8 % – підприємців; 70 % респондентів мали вищу освіту, а 30 % – незакінчену вищу освіту. 35 % опитаних респондентів мали місячний рівень доходу – до 1000 гривень, 40 % – 1000-3000 гривень, 15 % – 3000 - 5000 гривень, 10 % – 5000 гривень і вище.

Попит потенційних споживачів на зернові хлібці вивчали та аналіз їх ставлення до розробки нових видів зернових хлібців підвищеної харчової цінності здійснювали за допомогою анкетування, яке носило направлений характер. Зроблено повний візуальний контроль анкет та проведено перевірку всіх даних щодо правильності заповнення.

Перше запитання анкети було спрямоване на вивчення інтенсивності купівлі зернових хлібців, а його результати наведено на рис. 3. З даних рисунка видно, що 8 % респондентів, які були анкетовані, будуть купувати зернові хлібці кожен день; 23 % респондентів – 2-4 рази на тиждень, 25 % – близько 1 разу на два тижні, 40 % – від нагоди до нагоди і лише 4 % споживачів зовсім не купують зернові хлібці. Причини відмови споживачів купувати цей товар були зумовлені, по-перше недостатньою інформованістю споживачів щодо складу продукту, по-друге незвичним смаком цюї продукції.

Друге запитання було спрямоване на вивчення споживних переваг при виборі зернових хлібців. Згідно з даними опитування 23 % надають перевагу пшеничним; 21 % – суміші зернових; 19 % - гречаним; 18 % – житнім; 11 % – вівсяним; 3 % – іншим видам зернових хлібців і лише 5 % було важко відповісти.

На запитання: «Для кого Ви купуєте зернові хлібці?», більшість респондентів (56 %) відповіли, що

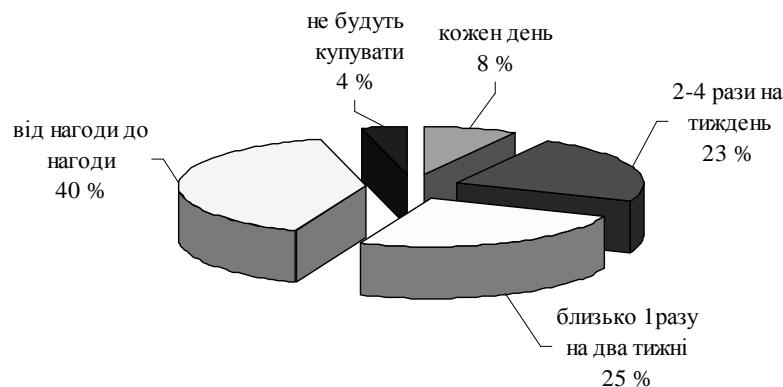


Рис. 3 – Інтенсивність купівлі зернових хлібців респондентами, % від числа опитаних

вони купують зернові хлібці для себе, 23 % – для дітей (внуків), 16 % – для інших членів родини і 5 % було важко відповісти.

Під час анкетування було поставлене запитання: «На що при купівлі зернових хлібців Ви звертаєте увагу в першу чергу?», на яке більшість респондентів відповіли, що при купівлі зернових хлібців в першу чергу, вони звертають увагу на склад і безпечність продукту (35 %), смак (31 %), ціну (10 %) і калорійність (8 %). Результати вибору респондентів представлені на рис. 4. Як видно, до одного з головних чинників успіху належить якісний склад та безпечність зернового продукту.

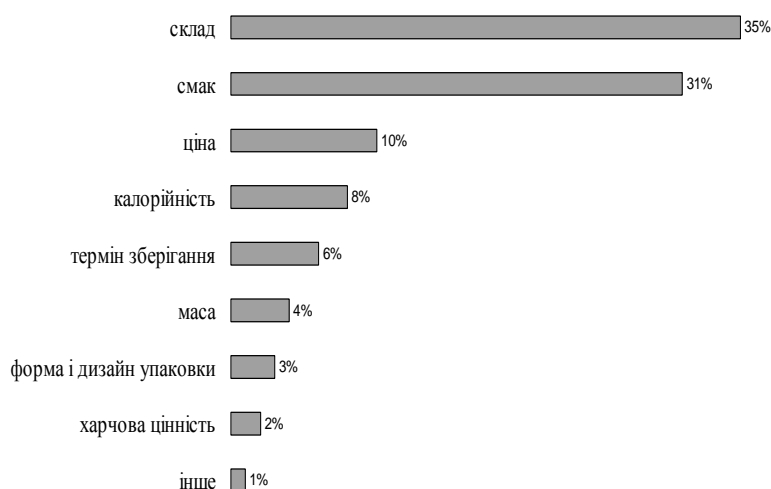


Рис. 4 – Чинники, які впливають на вибір респондентів при купівлі зернових хлібців

За результатами опитування щодо купівлі зернових хлібців, 45 % респондентів надають перевагу вітчизняному виробникові зернових хлібців, 16 % – закордонному і 39 % опитаних відповіли, що не має значення, якому виробникові вони віддали би перевагу.

Наступним етапом наших досліджень було вивчення оцінки якості зернових хлібців, які реалізуються у торговельній мережі м. Одеси. Респондентам було поставлене запитання: «Як Ви оцінюєте якість зернових хлібців, які реалізуються в торговельній мережі м. Одеси?». Результати досліджень представлені на рис. 5.

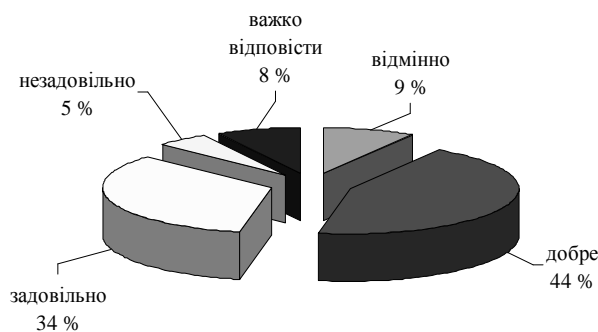


Рис. 5 – Оцінка споживачами якості зернових хлібців, які реалізуються в торговельній мережі м. Одеси

Наступні запитання анкети були спрямовані на визначення споживачами, чи доцільно випускати нові види зернових хлібців підвищеної харчової цінності. Опитування показало, що 78 % респондентів вважають доцільним виведення на ринок нових видів зернових хлібців підвищеної харчової цінності; 15 % респондентів вагалися з відповіддю. Лише 7 % респондентів вважають недоцільним випуск нового товару.

На запитання: «Ви будете купувати нові види зернових хлібців підвищеної харчової цінності, якщо вони будуть коштувати дорожче за традиційні зернові хлібці?» 65 % респондентів відповіли, що будуть купувати нові види зернових хлібців підвищеної харчової цінності; 10 % респондентів відмовляються від купівлі, пояснюючи це тим, що даний продукт не є традиційним продуктом харчування; 25 % респондентів було важко відповісти, але вони відзначили, що їм цікаво побачити та посмакувати новий вид зернових хлібців.

Проаналізовано відповіді на запитання анкети стосовно того, як часто споживачі будуть купувати нові види зернових хлібців (рис. 6), з яких випливає, що 4 % респондентів буде купувати кожен день; 20 % – 2-4 рази на тиждень; 21 % – близько одного разу на два тижні; 40 % – від нагоди до нагоди; 9 % – залежно від стану здоров'я; 6 % – не будуть зовсім купувати нові види зернових хлібців.

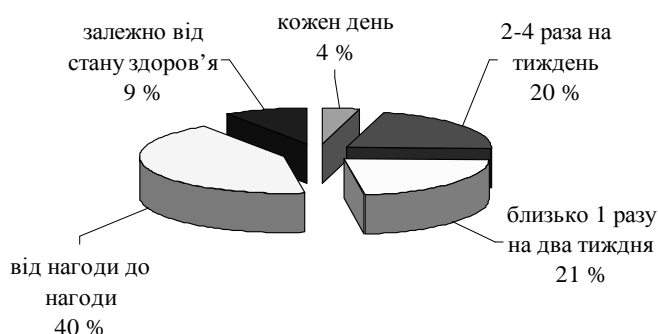


Рис. 6 – Інтенсивність купівлі нових видів зернових хлібців

Проаналізувавши маркетингове дослідження та враховуючи чисельність міста Одеси, нам здається, що ці дані свідчать про гарні перспективи виведення нового товару на ринок.

Останнє запитання анкети було спрямовано на необхідність інформованості населення щодо виходу до ринку запропонованого товару. За результатами опитування 83 % (або 413 відповідей) вважає необхідним інформувати споживачів про вихід на ринок нових видів зернових хлібців підвищеної харчової цінності, а кількість тих, хто вважає інакше, незначна.

Висновки

Таким чином, проведені маркетингові дослідження свідчать, що споживач хоче отримати доступний продукт за доступною ціною, а найголовніше – продукт повинен бути якісним та безпечним. Основними споживачами стануть всі верстви населення, незалежно від віку, роду занять, освіти і доходів.

Література

1. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Авалон, 2002. – 710 с.
2. Инфраструктура товарного рынка: продовольчі товари [Текст]: підруч. / за ред. О.О. Шубіна. – К.: Знання, 2009. – 468 с.
3. Обзор рынка сухих сніданків [Текст]. Ресурси інтернет [http:// www.souz-inform.com.ua](http://www.souz-inform.com.ua)
4. Накормили завтраками [Текст] // FOOD.UA – 2011. – с. 39-40.

УДК 664.661:613.2

АССОРТИМЕНТ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КРУПЯНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ К ЗАВТРАКУ В ГОСТИНИЦАХ УКРАИНЫ

Данилова Е.И., канд. хим. наук, ст. науч. сотр., Титомир Л.А. канд. техн. наук, доцент,
Решта С.П., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведена оцінка асортименту хлібобулочних і круп'яних изделий, которые предлагают гостиницы Украины к завтраку. Определены основные приоритеты во вкусах гостей и постояльцев. Выяснено, что качество и асортимент изделий играют важную роль в создании имиджа гостиницы.

The estimation of line of bakery and groats products which are offered in the hotels of Ukraine for breakfast is conducted. Basic predilections and tastes of guests are found out. It is marked that an assortment and quality of products play an important role in a build up a reputation of hotel.

Ключевые слова: хлібобулочные, круп'яные изделия, гостиница, завтрак.

Индустрия гостеприимства в последнее время приобретает все большее значение как с экономической точки зрения путем наполнения бюджета, так и социальной, создавая рабочие места для населения, культурно-экономической, поскольку способствует проникновению культуры разных народов, взаимно обогащая их, и политической, в связи с тем, что возникает более глубокое понимание менталитета различных стран и слоев населения, а также помогает завязыванию экономических связей, которые способ-

ствують сближенню різних регіонів. Важне значення має в сфері гостеприимства створення комфортних умов для проживання. Безумовно, в готельних закладах високого класу з ресторанами та сферою додаткових послуг, все сконцентровано для виконання найменших бажань і капризів клієнтів, при цьому для елітних гостей це є нормою. В створенні позитивного іміджу регіонів та країни грають важливу роль готельні заклади середнього класу, оскільки саме вони формують загальне враження як про конкретний місто, так і про країну в цілому. Наявність ресторану при готельних закладах – це один з показників середнього класу надання послуг.

По мірі того, як на Україні росте інтерес до іноземної їжі, збільшується і вибір пропонуваних страв. Лише небагато готельних закладів України можуть похвалитися сніданком, який визначає його престижність, рівень, склад клієнтської бази та ціну послуг. Особливістю об'єктів харчової послуги є висока ступінь надійності, що забезпечує престижність готельного господарства, організаційно-професійний рівень керівництва даного підрозділу. Харчова послуга при готельних закладах – це забезпечення якісного приготування їжі з її різноманітним асортиментом [1]. Легкий утретній прийом їжі, на один укус, іменується в готельному бізнесі континентальним сніданком, призначений для того, щоб гость зміг витримати до обіду. Складається такий сніданок з невеликого набору звичайних для середземноморської кухні продуктів. Туристам з країн з холодним кліматом та особливими кулінарними уподобаннями така трапеза не по смаку.

Дорогі готельні заклади пропонують послуги офіціантів, які приготують та рознесуть напої та закуски, сервірують столи та зберуть посуд. Однак набір продуктів для континентального сніданку буде приблизно таким же, як і в дешевих пансіонах. Подібні сніданки поширені по всьому світу, не тільки в Європі, країнах Середземномор'я. Назва цього типу харчування має британські корені, оскільки в Англії континентом іменуються країни континентальної частини Європи.

Якщо в пансіонаті передбачено континентальний сніданок, всі продукти будуть запропоновані суворо за порціями: скільки відпочиваючих в готельному закладі, стільки буде викладено на столах булочок, джему, масла та меду, стільки чашок кави або склянок чаю буде налита. Якщо якийсь особливо голодний гость вирішить полакомитися двома-трьма круасанами, випити пару чашок чаю, швидше за все, запоздавший постоялець пансіонату залишиться і взагалі без сніданку. Це лише у шведському столі можна накласти на свою тарілку стільки порцій, скільки прийде до душі [2].

Виходячи з потреб туристів, для яких континентальний сніданок занадто скромний, багато готельних закладів світу ввели таке поняття, як розширений континентальний сніданок, де набір продуктів той же, однак порції вже не обмежені. В Україні ця практика знайшла широке застосування, і іноді такий тип харчування видають за шведський стіл. Важливо знати, що справжній шведський стіл обов'язково включає гарячі страви. Тому значно частіше в готельних закладах середнього класу з континентальним сніданком передбачена невелика додаткова плата за шведський стіл. Можливо розігрітися скромною чашкою кави з молоком та булочкою, а потім щільно поїсти в залі, де чекає щедрі шведський стіл [3].

Якщо тип харчування в пансіонаті CBF (Continental Breakfast), це може означати тільки одне – туристам пропонується найменш скромний, континентальний сніданок. Зміна страв при такій демократичній подачі не передбачена, частіше за все буде створена гостева кухня при невеликих, недорогих готельних закладах, де постояльцю запропонують самостійно заварити собі каву або чай, налити сок, намазати булочку джемом, сливочним маслом. В різних пансіонатах до складу континентального сніданку можуть бути додані кукурудзяні хлоп'я, тонкі шматочки ветчини, сиру, йогурт, мед, фруктовий сок, варене яйце, молоко [4].

Американський сніданок (ABF) включає м'ясну нарізку, гарячі салати, крім продуктів, які подають в континентальному стилі, призначений для любителів смачного харчування. Такий сніданок частіше за все подають в США та країнах Західної Європи. Цьому типу готельного харчування віддають перевагу туристи з країн СНГ та Росії.

Відміння від континентального сніданку більш ситний [англійський сніданок](#) включає в себе яєницю з беконом, картофельне пюре, сосиски, гриби, помідори, пудинг та іншу калорійну їжу. Однак такий тип сніданку не характерний для готельних закладів середнього рівня, як в Києві, так і в інших великих містах (Одеса, Львів, Донець, Харків) [1, 3]. Необхідно зазначити, що більшості гостей та постояльців подобаються шведські столи, позначені скороченням ВВ – Buffet Breakfast. Цьому виду харчування гості віддають перевагу більшість готельних закладів світу.

В складі всіх видів сніданку обов'язково входять хліб, хлібобулочні вироби, оскільки хліб – один з найбільш вживаних населенням продуктів харчування. В більшості пансіонатів з кухнею присутня власна випічка, причому технологи намагаються різноманітнити асортимент та рецептуру виробів. Введення в рецептуру хліба компонентів, надають їм лікувальні та профілактичні властивості, дозволять ефективно вирішити проблему профілактики та лікування різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом певних або інших речовин. Лікувальний та профілактичний ефект від вживання дієтичних

хлебобулочных изделий обеспечивается либо введением в рецептуру необходимых дополнительных компонентов, либо исключением нежелательных, а также изменения технологии их приготовления [5].

Постоянным клиентам в «Терракоте» (г. Киев) не скучно – ежедневно 12 видов горячих закусок полностью меняются, и каждый день, начатый в «Терракоте» – это новое меню завтрака. ОТЕЛЬ ориентирован в основном на иностранных гостей, поэтому им предлагается познакомиться поближе с украинской едой. Специально для этих целей в «Терракоте» представлена украинская станция. Тут можно найти и вареники, и налистники, и даже шубу с оливье. Для гурманов на завтрак готовят яйца Бенедикт, которые подают на тосте из хлеба, выпеченного в собственном цеху. Хлеб тут пекут как по французской, так и по украинской технологии. Кондитерский цех начинает свою работу рано утром, так что, если прийти на завтрак к семи утра, то можно полакомиться еще теплым масляным круассаном. Для гостей «Терракота» бесплатно исполняет почти любой каприз: по вашему заказу повар сварит любой вид каши.

В гостинице «Ривьера» (г. Киев) шведская линия завтрака представлена свежей выпечкой, которая закупается в известной киевской кондитерской-пекарне, свежими фруктами и овощами, соленьями, а также холодными закусками – мясной нарезкой и тарелкой благородных сыров. Горячая станция предлагает разные виды сосисок, приготовленные на пару с овощами, рисом, картофельными крокетами.

В Cote D'Azur (г. Киев) нет отдельной украинской станции, зато на шведской линии присутствуют характерные украинские блюда: вареники и налистники. Под заказ повара сварят любой вид каши, поджарят омлет или яичницу, а для гурманов приготовят яйца Бенедикт, которые тут подают на кунжутной булочке с голландским соусом и хрустящими полосками бекона [6].

В отеле Radisson Blue (г. Киев) на завтрак предлагается тарелка с данишем, круассаном и плетенкой с кленовым сиропом. Однако разнообразить завтрак можно собственной выпечкой Radisson Blue, поэтому о досадное отсутствие горячих закусок оказывается вполне компенсировано. Гостям предлагаются круассаны, и даниши, и маффины, разные виды хлеба и даже украинские пирожки с капустой и мясом. К слову, украинской станции в Radisson Blue нет – ее компенсирует широкая линейка европейского завтрака [6].

В Одессе ряд отелей (Моцарт, «Фредерик Коклен», частная резиденция "Особняк") предлагаются в составе завтрака хлеб с отрубями, хлебцы с крупномолотым зерном, вытяжное печенье и галеты и т.п. При этом сам завтрак довольно скромный: пара сэндвичей с хрустящими тостами и картофелем либо овощным салатом, каши: манная, овсяная, гречневая, к которым предлагается мед, цукаты, джем. В зависимости от сезона и желания посетителей на завтрак могут быть предложены блинчики с медом или джемом, в весенне-летний период – с фруктами, по желанию гостей – карамелизованными, и штрудель – вишневый и яблочный практически всегда, а в сезон – с клубникой, смородиной, малиной и пр. ОТЕЛЬ «Фредерик Коклен» на завтрак предлагает прекрасный выбор холодных блюд, представленных на «шведской линии», и горячее блюдо по выбору клиента, которое готовится индивидуально, перед подачей на стол, при этом можно выбрать любой из пяти видов завтраков. В гостинице «Особняк» на завтрак можно заказать крупяные изделия: кашу рисовую, гречневую, овсяные мюсли.

Гостям и постояльцам гостиницы «Черное море» (г. Одесса) предлагается завтрак «Шведский стол», а из капризов гостей бесплатно исполняют такие: варят каши (популярная – классическая овсянка), выпекают бельгийские вафли, которые полагается есть с кленовым сиропом, медом или одним из шести видов варенья и джемов.

Гостиницы: Центральная, Лермонтовская, Мини-отель «Клумба» (г. Одесса) предлагают на завтрак шведский стол, кондитерские изделия (свежая выпечка), круасаны с разнообразной фруктовой начинкой, хлеб, булочки, подаются также закуски, салаты, хлеб, масло, сыр, ветчина, чай, кофе, сок и прочее. Однако горячие блюда, в том числе, из крупяных изделий и детского питания (каши) в меню отсутствуют. Мини-отель Версаль предлагает континентальный завтрак (хлебобулочные изделия, тосты, сливочное масло), однако большого разнообразия ассортимента и творческой фантазии, проявляющейся при приготовлении фирменных блюд, при этом не наблюдается.

В гостиницах Львова (Рейкарц Дворжец (Reikartz Dworzec Lviv), Шопен (Chopin Hotel), Днистер (Dnister Premier)) преобладает классический шведский стол. В отеле «Гармата» «Citadel Inn» предлагает детское меню и завтраки. При этом предлагается 9 вариантов завтрака, в том числе, вегетарианский и, при желании клиента, сухой паек. Шведская линия поможет значительно увеличить ассортимент блюд, которые готовятся на глазах у клиентов, чаще всего это яичница, омлеты и блины. При желании можно заказать европейскую кухню, домашнюю кухню, постное и вегетарианское блюда. В гостинице Днистер в особом почете домашняя и украинская и европейская кухня.

Некоторые гостиницы г. Львова, например, Бюргер Плюс, Панська Гора предлагают питание в ресторане отеля согласно меню. Завтрак разнообразный, приготовленный исключительно из свежих овощей и фруктов за дополнительную плату.

В г. Днепропетровске гостиница Seven Eleven Skytech & Apartments, Axelhof Boutique Hotel, Бартоломео, Восток предлагаю выбор завтрака из 5-9 видов меню, предлагая шведский стол, европейскую и интернациональную кухню.

В г. Харькове гостиницы Росинка и Этуаль предлагают стандартный шведский стол, а отель Харьков предлагает континентальный завтрак без особых излишеств, все дополнительное предлагается заказать в ресторане при гостинице.

Таким образом, в составе завтраков преобладает горячая свежая выпечка: французские багеты, масляные круассаны, вишневый клафути, scones, маффины, даниши. Ассортимент хлебобулочных изделий, предлагаемых на завтрак в гостиницах с собственной кухней чрезвычайно обширен, включает сотни наименований и постоянно меняется. К завтраку предлагаются мучные кондитерские и кулинарные изделия, которые не относятся к сдобным хлебобулочным изделиям (кроме пирогов, пирожков, пончиков), однако повсеместная организация производства этих изделий из сдобного дрожжевого теста на хлебопечкарных предприятиях, схожая рецептура и технология тестоприготовления, аналогичное оборудование и другие факторы позволяют рассматривать производство этих изделий наряду со сдобными хлебобулочными изделиями, которые отличаются от хлеба, булочных и других изделий большим содержанием сдобного сырья (сахара, жиров), разнообразной разделкой теста, отделкой поверхности полуфабрикатов и готовых изделий, более сложной формой, наконец, вкусом и ароматом.

В большинстве гостиниц предлагаются на завтрак булочки мелкоштучные изделия разнообразной формы (круглая, овальная, четырехугольная и др.) массой 0,05 и 0,10 кг. Их ассортимент иногда довольно разнообразен, когда выпекают изделия из пшеничной, ржаной, кукурузной муки, либо с добавлением овсяных хлопьев или крупномолотого зерна, отрубей. Это очень важно, поскольку в этом случае, как и при добавлении специальных ингредиентов (сухие водоросли, порошки из пряных трав, семена масличных культур, кукурузные, рисовые, пшеничные, соевые отруби) потребитель получает не только вкусную сытную продукцию, но и обогащает рацион пищевыми волокнами. В условиях нашей страны большая часть пищевых волокон поступает в организм человека с зернопродуктами. Именно в хлебе, хлебобулочных изделиях (особенно из муки грубого помола) содержится повышенное количество основных физиологически активных компонентов – целлюлозы, лигнина и гемицеллюоз. Однако при современном уровне потребления хлеба, хлебобулочных изделий и их ассортиментном составе, на Украине население с указанными видами продуктов питания получает не более 15-20 % потребного количества пищевых волокон и основным их источником остаются фрукты и овощи.

На основе анализа вкусов гостей и постояльцев выяснено, что большинство из них во время завтрака, имея возможность выбора, предпочитают белый пшеничный хлеб и булочки (25 %), изделия из смеси зерновых любят 22 %, крупяными изделиями (гречневая каша, овсяные хлопья и мюсли завтракают 18 %, другие виды зерновых хлебцов и хлебобулочных изделий употребляют 10 %, есть и гости, которые предпочитают завтрак без зерновых (4 %). В связи с этим можно сделать вывод о том, что постояльцы и гости, даже пропагандирующие здоровый образ жизни, находясь в отпуске или командировке предпочитают не слишком сильно отходить от привычного меню, хотя многие (30 % находящихся в деловых поездках и 73 % отдыхающих) не против что-то изменить и попробовать оригинальную кухню. При этом единичные попытки разнообразить меню хлебобулочных изделий путем создания функциональных пищевых продуктов благодаря добавлению специальных ингредиентов: водорослей, пряно-ароматических трав, высушенных овощей и фруктов не встречают значительного одобрения со стороны потребителей, поскольку предложенные изделия нуждаются в рекламе и дополнительных разъяснениях обслуживающего персонала. Если к этому добавить сложности технологического характера при изготовлении такой продукции – становится ясным – перспективы получить на завтрак в отеле функциональные здоровые продукты достаточно призрачны. Однако добротную, вкусную, разнообразную продукцию предлагают практически все гостиницы крупных городов Украины.

Таким образом, ассортимент хлебобулочных и крупяных изделий в гостиницах Украины, предлагаемый на завтрак, довольно разнообразен и соответствует общепринятым нормам, при этом в ряде отелей предусмотрена опция рум сервиса – когда официант собирает персональный столик из всего многообразия еды, представленного на шведской линии, и доставляет его прямо в постель. Однако, для развития туристического бизнеса и улучшения обслуживания есть еще достаточно резервов, в том числе, и при расширении ассортимента завтраков за счет горячих блюд: разнообразных закусок, горячих гарниров из крупяных изделий и функциональных продуктов.

Література

1. Опанащук Ю. Я. Індустрія гостинності: суть, зміст і характерні особливості / Ю. Я. Опанащук // Підприємництво, господарство і право. – 2008. – № 8. – С. 168-169.

2. Тенденции развития ресторанного бизнеса на Украине: «Дешево и сердито» Насонова О., Даниленко Л. [Электронный ресурс] режим доступа: http://tourlib.net/statti_tourism/rest_bisn.htm
3. Кифяк В.Ф. Організація туристичної діяльності в Україні [Электронный ресурс] режим доступа: http://tourlib.net/books_ukr/kyfjak_4.htm
4. Рейтинг заказов блюд на завтрак из меню кафе при гостиницах [Электронный ресурс] режим доступа: <http://rubikon-hotel.com.ua/kafe-pri-gostinice/menyu-kafe/>
5. Капрельянц Л.В., Йоргачова К.Г. Функціональні продукти – О.: Б.И., 2003. – 312 с.
6. Обзор завтраков в гостиницах Киева / Елена Вазари, 2012 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://gloss.ua/story/restoraunt/article/66975>

УДК 664.723.01:347.77(477)

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА, ПАТЕНТУЕМЫХ В УКРАИНЕ

Иванова Л.А., профессор, д-р техн. наук, Котлик С.В., доцент, канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассмотрены методические подходы и проведено исследование для выявления эффективных технических решений среди изобретений, запатентованных в период 2000-2011 гг. в Украине по способам и устройствам для сушки зерна.

Methodical approaches and a study to identify effective solutions to technical ones, among the inventions and utility models patented in the period 2000-2011 years in Ukraine in the methods and apparatus for drying grain.

Ключевые слова: изобретение, полезная модель, патент, сушка, сушилка, способ, моделирование.

Введение. В настоящее время Украина занимает одно из ведущих мест в мире в производстве зерновых культур. Например, на период 2008 г. суммарный объем их реализации составил 24763 тыс. т, из которых на пшеницу, ячмень и кукурузу пришлось 53, 22 и 20 % соответственно [1]. Поэтому в составе национального АПК ведущим является зерно-промышленный комплекс (ЗПК). В составе указанного комплекса высокую значимость имеют технологии и оборудование для послеуборочной сушки зерна и в период его хранения, так как они определяющим образом влияют на уровень энергозатрат и качество зерна.

Однако, используемые в странах СНГ технологии и оборудование для сушки зерна в значительной степени устарели и нуждаются в модернизации [2,3]. Например, потери теплоты при нагревании и сушке влажного зерна с последующим охлаждением в большинстве действующих зерносушильных агрегатов составляют 46...65 % [3]. Таким образом, для модернизации ЗПК в Украине необходимо не только привлечение инвестиций, но и эффективные технические решения по технологии и оборудованию, например, с использованием запатентованных в Украине изобретений и полезных моделей по способам (технологиям) и устройствам (сушилки, аппараты и др.) по сушке зерна.

Для разработки методологического подхода по выявлению эффективных запатентованных технических решений предлагается в качестве технико-технологических характеристик их эффективности использовать следующие показатели, указанные в описаниях к патентам: вид выданного патента (декларационный с локальной новизной, патент, прошедший полную экспертизу с мировой новизной); номер патента и год его публикации; название объекта, данные о прототипе (АС или патент, год публикации); аннотация новизны предлагаемого решения; цель (задача) технического решения. Год публикации позволяет оценить соответствие технического решения эффективности его использования со дня публикации. Этот показатель не совпадает с периодом поддержания патента в силе (например, 20 лет для изобретения), а обычно составляет 10 лет для изобретения и 5 лет для полезной модели (или декларационного патента). Название объекта позволяет выявить, какие объекты имеют тенденцию к развитию, например, виды сушилок или технологии сушки. Данные о прототипе показывают, какой уровень техники совершенствует патентуемое решение. Например, если прототип АС (или SU), то это техника 1970-1991 гг. По аннотации новизны технического решения можно судить о его технико-технологическом уровне и целесообразности применения в модернизации или разработке и освоении новой технологии или оборудования. Анализ целей (задач) от использования технического решения, например, за период 2000-2011 гг. позволяет выявить их значимость для разработчиков и пользователей технологиями или оборудованием [4].

Целью данной статьи является разработка методологических подходов для выявления эффективных патентуемых решений по технологии и оборудованию для сушки зерна с использованием предложенных показателей, а так же к моделированию и оптимизации процессов сушки.

Для проведения анализа патентной информации использована база данных Укрпатента «Изобретения и полезные модели в Украине» по классам МПК АО1Д75/02, А23В9/00, В02В1/08, В02В5/00-5/02 за период 2000-2011 гг.

Результаты исследований представлены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристика технических решений в патентах на изобретения, на способы (технологии) и устройства (сушилки, аппараты и др.) для сушки зерна в Украине за период 2000-2011 гг.

Номер патента, год публикации	Объект изобретения	Прототип изобретения, год публикации	Аннотация новизны технического решения	Цель (задача) технического решения
1	2	3	4	5
№ 30468, 2000 г.	Способ переработки риса и установка для его осуществления	Способ, АС СССР № 1554965, 1990 г. Устройство, патент RV № 2000825, 1996 г.	Термообработку проводят влажным паром с $T = 110 - 130$ °С, подсушку и охлаждение в вихревом потоке, шлифование крупы выполняют потоком оболочек риса. Установка дополнительно содержит источник влажного пара, соединенного с вихревой камерой, имеющей абразивную поверхность	Улучшить качество очистки риса от оболочек и пыли, снизить энергозатраты на сушку
№ 33423, 2001 г.	Комбинированный аппарат для сушки и охлаждения	АС СССР, № 1182247, 1985 г.	В аппарате между камерой сушки и охладителем выполнена перегородка из труб, а охладитель снаружи перекрыт коллекторами	Уменьшить размеры установки и расхода тепла за счет утилизации тепла сыпучего материала в период его обработки
№ 36062, 2001 г.	Сушилка	Конструкция 1948 г.	В сушилке использован регенеративный выпаривальный воздушный охладитель	Снизить энергозатраты на сушку
№ 37392, 2001 г.	Лотковая вибрационная сушилка	АС СССР № 779769, 1980 г.	В сушилке транспортная дека с нижней частью корпуса образуют полость, в которой размещены нагреватели и песок	Устранить неравномерность нагрева продукта по всему объему
№ 38840, 2001 г.	Способ переработки овса	АС СССР, н.д.	На технологической линии сначала обрабатывать в крупную фракцию, а мелкую фракцию и крупу обрабатывать позже на той же линии	Сократить количество технологических линий с двух до одной
№ 38971, 2001 г.	Способ конвективной сушки материала	Патент GB № 2263968, 1995 г.	Сушку проводят в несколько этапов нагретым сушильным агентом до температуры точки росы	Снизить энергозатраты на сушку
№ 43659, 2001 г.	Установка для сушки и вентилирования дисперсных материалов	Информация изд. «Колос», 1979 г.	В установке входные окна вентиляторов соединены пневмоприводом, снабженным откидным клапаном	Снизить энергозатраты на сушку

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
№ 44210, 2002 г.	Способ и установка переработки зерна риса	Патент UA № 30468, 2000 г.	Очистку риса проводят в высокотурбулентном потоке с поэтапным лушением в вихревом потоке. В установке размещены ряд вихревых камер с патрубками для подвода энергоносителя, которые связаны с камерами подсушивания и охлаждения	Снизить энергозатраты, повысить качество продукта
№ 44865, 2002 г.	Барабанная сушилка	АС СССР, № 1095023, 1984 г.	Камеры в корпусе сушилки сделаны герметичными, барабан снабжен кольцами-катками, на обогревательной трубе установлены кольца, а система подачи теплоносителя выполнена рециркуляционной	Снизить энергозатраты на сушку
№ 44992, 2002 г.	Способ рекуперационной сушки	Информация по зерносушилке А1-ДСП-50, 1999 г.	Методом высокого вакуума утилизируют тепловую энергию, затраченную на выпаривание влаги из зерна	Снизить энергозатраты на сушку в несколько раз
№ 44993, 2002 г.	Вакуумная рекуперационная сушилка	Информация по зерносушилке А1-ДСП-50, 1999 г.	Сушилка содержит теплообменник-охладитель для отбора тепла от высушенного зерна, и рекуператор для утилизации тепла	Снизить энергозатраты на сушку в несколько раз
№ 45431, 2002 г.	Способ вибромодно-слоистой сушки	АС СССР, № 225965, 1971 г.	Дисперсный материал распределяют монослоем с непрерывным его подкидыванием на вибrolотке при сушке и охлаждении	Повысить равномерность прогрева материала и снизить энергозатраты при сушке
№ 47020, 2002 г.	Карусельная сушилка	Патент UA № 22863, н.д.	Сушилка содержит загрузочное устройство в виде вибрационного транспортера, снабженного теплоизоляционным рукавом	Снизить энергозатраты на сушку и материалоемкость конструкции
№ 55455, 2003 г.	Сушилка	АС СССР, № 1095023, 1984 г.	Сушилка содержит обогреваемый перфорированный вал, в середине которого размещена неподвижная труба с прорезями для теплоносителя	Снизить энергозатраты на сушку
№ 55497, 2003 г.	Способ и аппарат для обработки зерна	Патент US 4903414 от 27. 02. 1990 (патент-аналог, заявитель из Финляндии)	п.1. Способ тепловой обработки, при котором температуру повышают до 60...100 °С на 0,5 – 30 с (способ содержит 22 варианта по п.1.) п. 2. Аппарат содержит устройства для охлаждения зерна воздухом, размещенное после устройства подачи пара	Улучшить качество зерна при прорастании
№ 57442, 2003 г.	Сушильная гелиоустановка	Информация ХГЦ НТИ, 2000 г.	Гелиоустановка содержит солнечный коллектор с гофрированной поверхностью и камеру для продукта с решеткой, снабженной отверстиями определенного диаметра	Расширить возможности гелиоустановки при сушке как сена, так и зерна

1	2	3	4	5
№ 57682, 2003 г.	Способ сушки зерна в бункерах активного вентилирования	Информация Укр НИИТИ, 1978 г.	Загруженное зерно сушат теплоносителем 12-14 часов, затем освобождают 1/6-1/8 бункера, загружают его влажным зерном, снова сушат, повторяя процесс	Ускорить процесс сушки, улучшить качество зерна
№ 58885, 2003 г.	Способ обработки проросшего зерна пшеницы	Информация «Пищепромиздат», 1966 г.	Нагревание зерна инфракрасными лучами проводят в три этапа при температуре 40 – 50 °С с выдержкой 1-2 мин, затем нагревают его до 79 – 81 °С	Улучшить качество проросшего зерна
№ 59572, 2003 г.	Сушилка для зерна	АС СССР, № 1692644, н.д.	Сушилка содержит топку с подъемным столиком с перфорацией, установленным над колосником выше камеры поддува, а также камеры дожигания с системой активирования продуктов горения	Снизить энергозатраты при сушке
№ 69063, 2004 г.	Вибрационная сушилка	АС СССР, № 798455, 1981 г.	В сушилке рабочая камера и несущая рама установлены с зазором и соединены компенсирующими рессорами	Устранить деформацию конструкции сушилки при нагреве
№ 69777, 2004 г.	Конусовинтовая сушилка	АС СССР, № 1677467, 1991 г.	В сушилке корпус выполнен в форме срезанного конуса с камерой сушки, которая снабжена перфорированным кожухом и встроенным перфорированным шнеком	Снизить материалоемкость конструкций и энергозатраты
№ 71253, 2004 г.	Сушилка для сыпучих материалов	АС СССР, № 1135981, 1985 г.	В сушильной камере размещены четыре сушильные секции, между которыми размещены перфорированные днища с проемами для сыпучего материала	Снизить материалоемкость конструкций и энергозатраты
№ 72472, 2005 г.	Паровая вертикальная сушилка зерна	Информация Агропромиздат, 1990 г.	Сушилка содержит надсушильный бункер с коробами для вывода пароконденсата, а тепловые секции по высоте шахты чередуются с конвективными и влагообменными секциями	Снизить материалоемкость конструкций и энергозатраты
№ 72794, 2005 г.	Автоматическая многосекционная солнечная сушильная установка	АС СССР, № 1590898, н.д.	В установке верхняя часть транспортера проходит в середине термоизолированного короба, а нижняя часть под его днищем	Автоматизация процесса сушки
№ 73031, 2005 г.	Зерносушилка	Патент UA № 26196, 1993 г.	В зерносушилке решета размещены над каждым пульсатором, при этом решето над первым пульсатором повернуто под углом 30° и содержит канал для подачи газа под решето	Повышение производительности
№ 20031211 863, 2006 г.	Способ сушки материалов	АС СССР, № 315885, 1971 г.	Сушка проводится в несколько стадий по мере достижения определенной влажности для каждой стадии	Равномерность нагрева материала по всему слою и ускорения сушки

1	2	3	4	5
№ 75218, 2006 г.	Способ и устройство для сушки семян подсолнечника	Информация ВАСХНИЛ, 1988 г.	Перед сушкой семена разделяют по фракциям, а сушку проводят в псевдокипящем слое при температуре 60 – 70 °С и определенной толщине слоя семян	Равномерность нагрева слоя семян, повышение производительности процесса сушки
№ 75462, 2006 г.	Способ сушки зерновых материалов	Патент UA №62044, 2003 г.	При смешивании потока атмосферного воздуха и воздуха нагретого, в плазмотроне регулируют температуру теплоносителя в граничных значениях	Снизить энергозатраты при сушке
№ 75822, 2006 г.	Гелиосушилка	Информация из книги по солнечным установкам, 1991 г.	Сушильная камера разделена на секции с выходными каналами, соединенными с наружной атмосферой, адсорбер системой каналов связан с подлотковым пространством	Повысить качество продукта после сушки, ориентировать гелиоколлектор в сторону солнца
№ 77294, 2006 г.	Устройство для сушки в контейнере	Заявка Японии №60-51634, 1985 г.	Устройство снабжено подпружиненными затворами, фланцы оснащены механизмами пространственной ориентации	Повысить производительность процесса и удобство обслуживания
№ 78343, 2007 г.	Высокочастотное устройство для сушки зерна	АС СССР, №1617671, 1990 г.	Устройство снабжено двумя вытяжными устройствами, генератор соединен с камерой нагревания, а механический вибратор соединен с вытяжным устройством	Повысить производительность процесса сушки
№ 83924, 2008 г.	Сушилка вибрационная конвективная	н.д.	Сушилка содержит емкость из двух частей теплоносителя, а также вибровозбудитель в виде механизма с муфтами и полумуфтами	Снизить материалоемкость конструкции
№ 83926, 2008 г.	Сушилка фермерская	Сушилка (жаровня КПМ) конструкции ОАО «Умань-ферммаш», 2001 г.	Тепловая камера сушилки оснащена дополнительной мешалкой, размещенной в ее средней или верхней части, мешалка имеет форму креста с лопатками	Повысить производительность процесса сушки зерна
№ 85386, 2009 г.	Зерносушилка и конвейер дозирования зерна	Патент-аналог РСТ/US 2004/022836. 15.07.2004, Заявитель СІТІВІ, ІНК	Зерносушилка с двойными спинками, желоб для приема зерна и конвейер, имеющий заданную конфигурацию лопаток	н.д.
№ 85766, 2009 г.	Барабанная сушилка	Информация 1981 г.	В сушилке барабан имеет перфорированную поверхность, расположен в середине цилиндрического кожуха со вставкой	Снизить энергозатраты при сушке

1	2	3	4	5
№ 86124, 2009 г.	Способ сушки сельхозпродуктов в микроволновом поле	Патент UA №64308, 2004 г.	Сушку проводят в вакууме при давлении 50-100 мм рт. ст., который поддерживают поддувкой газом при температуре 30 – 35 °С	Повысить качество зерна после сушки
№ 89433, 2010 г.	Способ автоматического управления термообработкой зерна	н.д.	Зерно поочередно направляют через зоны низкого подогрева и адиабатической сушки, в каждой зоне зерно подогревают сверху радиационным методом, а снизу - посредством ТЭНов с замером влажности	Повысить точность стабилизации температуры и снизить энергозатраты
№ 90341, 2010 г.	Барабанная сушилка	Информация из учебника «Сельскохозяйственные машины», 2000 г.	Сушильный барабан снабжен кожухом и крышкой с прорезями, а со стороны загрузки – перфорированным конусом, разделенным перегородками на секции	Повысить производительность сушки

В Украине из 41 выявленного патента по технологиям и оборудованию для сушки зерна, 19 являются декларационными и обладают локальной новизной (только в Украине), а 22 патента имеют мировую новизну: патенты №№43174, 44865, 45431, 55455, 55497, 72794, 73031, 73705, 75218, 75462, 75822, 77294, 78343, 80683, 82220, 83924, 83926, 85366, 85766, 86124, 89433, 90341.

Из 41 патента 36 (или 76 %) имеют прототипы технических решений, отражающие технический уровень, достигнутый в период 1948-1999 гг. Уровню технических решений в виде прототипов 2000-2004 гг. соответствуют патенты: №№75462, 80683, 44210, 83926, 85386, 86124, 89433, 90341, 57442.

Цели решаемых технических задач соответствовали следующим основным направлениям: снизить энергозатраты при сушке – 45 %, повысить качество зерна после сушки – 29 %, повысить производительность процесса – 17 %.

Определяющими в развитии эффективных процессов сушки являются новые способы (технологии), а так же устройства, созданные на их основе. Из анализа данных, приведенных в табл.1, следует, что в Украине запатентовано 13 технических решений на способы сушки, однако, чтобы выявить, какое из них наиболее эффективное, необходимы объективные данные по ожидаемым технико-экономическим показателям. Например, представляется высокоэффективным техническое решение на «Способ рекуперации сушки» (патент №44992 от 2002 г.) и «Вакуумная рекуперационная сушилка» (патент №44993), созданная на основе вышеуказанного способа. Из описания к патентам следует, что энергозатраты на сушку, в сравнении с известными сушилками, снижаются в несколько раз.

Для определения готовности того или иного технического решения к практическому использованию можно руководствоваться следующим подходом. Инофирмы патентуют изобретения в области машиностроения только при освоении их в производстве. В Украине, если заводы-изготовители сушильного оборудования патентуют полезную модель, например, ВАТ «Карловский машиностроительный завод» (патент №32386) или ВАТ «Уманьфермермаш» (патент №23083), то технические решения освоены в производстве. На готовность проектной документации и апробации технического решения косвенно указывает количество заявляемых пунктов в описании. Например, патент на полезную модель «Сушилка самоходная универсальная» (№18506), содержит 32 пункта в формуле заявки.

С целью объективного оценивания технико-технологической эффективности технических решений, содержащихся как в патентах на изобретения, так и на полезные модели, необходима разработка их компьютерных моделей. Например, имитационное моделирование процесса сушки может быть представлено в следующем виде (рис.1).

Моделирование необходимо и для оптимизации характеристик сушильных агрегатов, так как они могут отличаться в несколько раз (или даже на порядок) при одинаковом типе сушилки (табл.2) [5].

Системное компьютерное моделирование является новым направлением в повышении эффективности процессов сушки и требует разработки специальных программ с учетом теплофизических и аэродинамических свойств зерна как дисперсного материала, а так же коэффициентов тепло-, массо- и влагопереноса в слое зерна в период сушки.

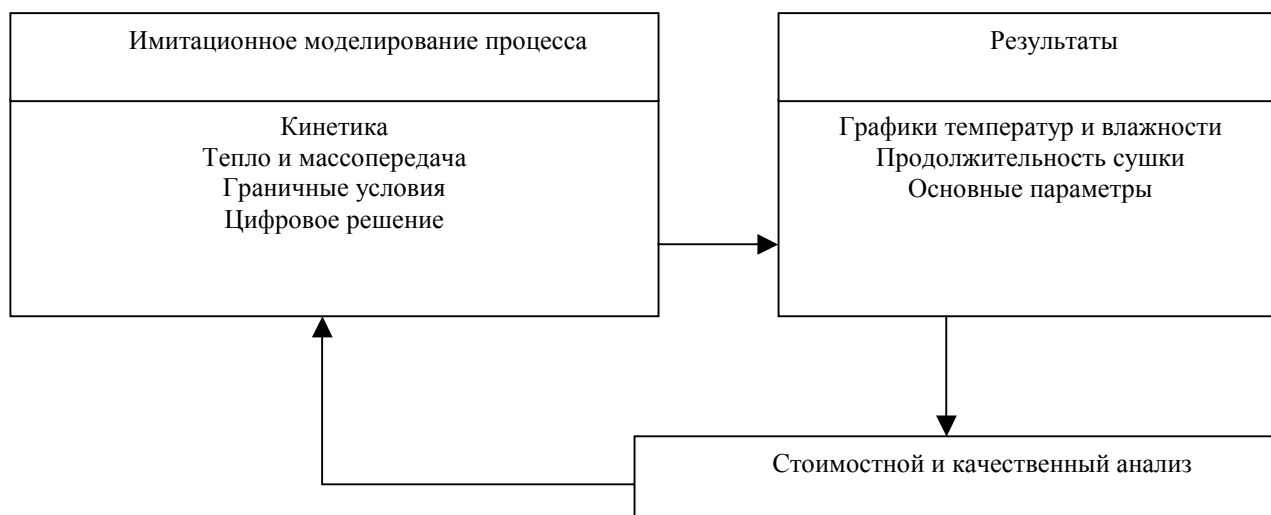


Рис. 1 – Моделирование процесса сушки зерна и его анализ

Таблица 2 – Характеристика некоторых сушилок для зерна

Тип сушилки	Испарительная способность, кг/(м ² ·ч)	Потребление энергии, кДж/кг	Термический КПД, %	Период пребывания единицы продукта в сушилке, час; мин. или с
Пневматические сушилки	10-100	3500-5000	50-75	(2-15) с
Сушилки с псевдо-сжиженным слоем	30-90	3100-6000	40-80	(5-30) мин
Тоннельные и конвейерные сушилки	5-18	4000-6000	35-60	(10-180) мин
Барабанные сушилки	4-30	3000-3500	50-60	(5-120) с

Выводы

Проведенный анализ позволил предложить и апробировать на патентной информации Украины за 2000-2011 гг. новый методологический подход для выявления эффективных технических решений на примере технологий и оборудования для сушки зерна. Показана необходимость применения системного моделирования и разработки компьютерных моделей для математической апробации новых технических решений в виде патентов на оборудование и технологии с целью объективного оценивания ожидаемых показателей, а так же для оптимизации испарительной способности и потребления энергии при использовании различного типа сушилок.

Литература

1. Статистический ежегодник Украины за 2008 г., ГП «Информационно-аналитическое агентство», К., 2009. 155 с.
2. Гапонюк И.И. Усовершенствование технологии сушки зерна. Изд. Полиграф, ОНАПТ, Одесса, 2009. 182 с.
3. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. Изд. Колос, М., 2004. 204 с.
4. Минаев А.А. Разработка научных представлений о закономерностях генезиса технологии литейного производства в XX веке и перспективы ее развития. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. МГТУ «МАМИ», М., 2007. С. 36-37
5. Кеннет Д.В., Ротштейн Э., Пол Сингх Р. Пищевая инженерия. Изд. «Профессия», С.Петербург, 2004, 201 с.

ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ ВУЗОВ

Иванова Л.А., д-р техн. наук, профессор, Малых С.В., канд. экон. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

В статье предлагается новый организационно-экономический механизм по коммерциализации интеллектуальной промышленной собственности, созданной в ВУЗах Украины.

There is a new organization-economical mechanism for the commercialization of the intellectual industrial property, which has been produced in the Ukrainian Universities.

Ключевые слова: интеллектуальная промышленная собственность, коммерциализация, организация оценивания, патент, ноу-хау.

Согласно документам Всемирной организации интеллектуальной промышленной собственности (ВОИС) и Всемирной торговой организации (ВТО) к промышленной интеллектуальной собственности (ИПС) относятся патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, знаки для товаров и услуг, наименования фирм, а также места происхождения товара. По мнению ряда украинских ученых к объектам ИПС следует дополнительно отнести новые технические решения, не защищенные патентами, но не публикуемые в открытой печати (ноу-хау) и потенциально обладающие высокой промышленной ценностью [1, 2]. Это результаты законченных НИР и ОКР, либо производственные технологии или иные технические достижения, выполненные на уровне изобретений, но которые по коммерческим соображениям экономически выгоднее не патентовать, а продать по беспатентной лицензии.

В условиях длительно функционирующей рыночной экономики, действующей в промышленно развитых странах мира, инновации на базе ИПС обеспечивают от 60 до 90 % прироста ВВП и обеспечивают их конкурентоспособность.

Постановка проблемы.

В отличие от промышленно-развитых стран рыночные, налоговые, судебные и государственные механизмы, способствующие инновационному развитию в Украине с использованием ИПС весьма несовершенны, а объем финансирования НИОКР из всех видов источников (государственных и частных) на два порядка ниже, чем в промышленно-развитых странах [3, 4].

По данным Государственного агентства Украины по инвестициям и инновациям, в докризисном 2008 г. только 2,9 % предприятий проводили финансирование НИОКР и в том числе 1 % – (из них) приобретали новые технологии. Из ежегодно регистрируемых 3-4 тыс. патентов на изобретения и 6-8 тыс. патентов на полезные модели в промышленности используется 1 %. Для сравнения этот показатель в США составляет ~ 20 %, а в Финляндии 30 %.

Анализ публикаций по решению проблемы и формированию цели исследования.

Для решения проблемы вовлечения ИПС в хозяйственную деятельность предприятиям предлагается коммерциализировать ИПС, например, посредством оценивания ее стоимости доходным подходом [5]. Однако, для этого необходимо, чтобы ИПС, например новое техническое решение в виде патента на изобретение было готово к коммерциализации: устройство изготовлено и испытано с положительным результатом в виде опытного образца; способ или вещество апробированы при изготовлении опытной партии изделий. Кроме того продавец патента (лицензиар) должен провести маркетинг рынка, чтобы выявить потенциального покупателя (лицензиата) и показать ему за счет чего Лицензиат может получить дополнительную прибыль от использования патента в производстве конкретной продукции. Кроме того согласно требованиям Национального стандарта № 4 «Оценка имущественных прав интеллектуальной собственности», оценивание ее имеет право проводить только сертифицированный оценщик. Однако, подавляющее большинство ИПС в виде патентов на изобретения или полезные модели, создаваемые в ВУЗах не готово к коммерциализации. Маркетинг рынка для выявления потенциального спроса на ИПС, созданную ими не проводится, а собственных средств на выполнение профессионального оценивания в сторонней организации в ВУЗах нет. Поэтому использование доходного подхода для оценивания ИПС возможно только для апробированной ИПС, и проведения оценивания со стороны ее покупателя - Лицензиара. Таким образом, в Украине отсутствует работоспособная система коммерциализации ИПС, созданной в ВУЗах, как вследствие, крайне низкого уровня финансирования (НИОКР) со стороны государ-

ства и национальных производителей, так и оценивания потенциальной стоимости нового решения на стадии разработки.

Постановка задачи исследования.

Задачей исследования является разработка методического подхода по коммерциализации ИПС, созданной в ВУЗах с использованием имеющихся собственных научных и экономических возможностей.

Результаты исследований.

Изучение системы организации учебной и научной работы в Одесской национальной академии пищевых технологий позволяет предложить следующие организационно-экономические механизмы по коммерциализации ИПС.

Этап № 1

Провести инвентаризацию патентов с целью выявления:

- патентов, утративших силу вследствие отсутствия оплаты за их патентование или прекращение срока действия;
- морально устаревших, так если период их патентования превышает 10 лет;
- патентов, которые были освоены в промышленности, при этом академия получила оплату за них как патентовладелец, а авторы ИПС – вознаграждение, согласно авторского договора между ними и патентовладельцем (академией);
- патентов, которые имеют признаки готовности к коммерциализации, наличие опытного образца устройства, акта испытаний – для машин или оборудования, подтверждающих повышение технических или иных характеристик; наличие акта испытаний и образцов опытной партии продукта, полученных по предлагаемому способу или с использованием нового вещества.

Этап № 2

Патентовладелец (академия) разрабатывает типовой договор с авторами патентов, в котором в частности указывается, что в случае коммерциализации патента (внедрения, продажи лицензии и др.) ему будет выплачено авторское вознаграждение. Согласно международной практике [1] средняя цена патентной лицензии равна ~ 25 % валовой прибыли предприятия-Лицензиара, которую предприятие получит за период действия лицензионного соглашения. Распределение указанной прибыли между Лицензиаром (академией) и автором (авторами) патента может быть принято в зависимости от категории изобретения [5]. Например, если изобретение позволяет получить продукт (машина, технология, вещество) с характеристиками, превышающими иностранные аналоги и имеющие большой масштаб рынка, доля авторов в разделении вознаграждения (цены лицензии) может составлять 50 %. В случае, если изобретение улучшает второстепенные показатели продукта, который малоперспективен на рынке – доля автора составит 15 %.

Этап № 3

Посредством использования научного потенциала кафедр экономической направленности, действующих в академии и активном участии авторов патентов, готовых к коммерциализации, бакалаврам и магистрам выдаются реальные темы для дипломных проектов, направленные на проведение маркетинга потенциального рынка в Украине (либо России) с целью выявления: потенциальных покупателей патентов, готовых к коммерциализации, конъюнктуры рынка (объемам продаж, ценам, техническим характеристикам аналогов и др.), расчета ожидаемого экономического эффекта от продажи патента по лицензионному договору.

Этап № 4

На основании указанных дипломных проектов проводится расчет цены лицензии на промышленное использование ИПС со стороны Лицензиара (академии) с использованием метода доходного подхода и требований Национального стандарта № 4. Эта работа может быть выполнена сертифицированным оценщиком по договору. Новой формой договора может быть авансовый платеж оценщику в сумме 25 % от фактической стоимости работы и выплата остальной суммы в 75 % после продажи ИПС Лицензиаром (академией).

Этап № 5

С использованием данных маркетингового исследования профессионального оценивания ИПС. Лицензиар (академия) подготавливает коммерческое предложение на продажу лицензии и рассылает его потенциальным покупателям в Украине и в странах СНГ. Потенциальный покупатель лицензии (Лицензиат) проводит собственный расчет стоимости лицензии. Фактическая стоимость лицензии будет компромиссной между ценой Лицензиата и Лицензиара. Другим не менее важным направлением по коммерциализации ИПС и особенно создаваемых на перспективу, является выявление у потенциальных покупателей (национальных производителей) технических задач, решение которых их интересует для повышения конкурентоспособности продукции, либо освоения новой (инновационной). Особенно в этом потенциально заинтересованы малые и средние предприятия в связи с конкуренцией с крупными, например

пищевыми предприятиями-монополистами. В промышленно развитых странах НИОКР проводятся по целевым программам или заказам, финансируемым частными фирмами или правительством. В результате этого создается ИПС, например изобретения ориентированные под решение конкретной проблемы или технической задачи. В условиях низкого финансирования НИОКР в Украине многие изобретения создаются автором не за счет финансирования его новых исследований, а обобщения прошлого опыта или развития идей XX века. По данным американских исследований (П. Друкер и др.) источником инновационных идей в научных исследованиях и разработках являются не более чем в 15 % случаев [4]. Обычно рожденные наукой технологии и продукты определяют уровень и динамику развития производства в высокотехнологичных областях (аэрокосмическое оборудование, компьютеры, нанотехнологии), в которых доля затрат на НИР в объеме производства составляет 18-23 % [6]. В производстве продуктов с низкой технологической емкостью, к которым в частности относятся и продукты питания, доля затрат НИР в объеме производства составляет ~ 0,8 %. Поэтому появление новых идей и продуктов в пищевой промышленности в основном зависит от коммерческой и инновационной активности малых и средних предприятий, направленных на расширение объема продаж и снижение издержек в собственном производстве. Таким ВУЗам наряду с государственным НИОКР по решению крупных народнохозяйственных проблем следует не только предлагать собственные готовые разработки, но и изучать технические проблемы конкретных предприятий. Например, во времена СССР в каждой отрасли имелся темник по изобретательской и рационализаторской деятельности. В условиях рынка ВУЗ может по квалифицированному запросу и на безвозмездной основе получить от национального производителя перечень технических проблем, которые актуальны для конкретного предприятия и какую сумму оно готово заплатить за их решение. Это более продуктивно как для коммерциализации имеющейся ИПС, если ее применение позволяет предприятию решить его техническую проблему, так и реализации возможности заключения хоздоговора, если ВУЗ располагает соответствующей лабораторной базой и высококвалифицированными кадрами. Если та или иная проблема характерна для нескольких предприятий, то решение ее для одного предприятия и получение патента или разработке ноу-хау при выполнении НИР, позволит предложить другим предприятиям купить патентную или беспатентную лицензию на технологическое ноу-хау по приготовлению пищевого продукта. Например, в ОНАПТ разработано ноу-хау на энергосберегающую технологию приготовления натуральных продуктов без воды и получен патент на устройство для приготовления пищи (Патент на полезную модель № 37227 Украина, МКИ (2006) А47J 27/00, заявка № 200806131; заявлено 12.05.2008, опубликовано Бюллетень №22 от 25.11.2008). Указанная технология (ноу-хау) может быть потенциально реализована в местах общественного питания с использованием устройств-аналогов импортного производства, имеющихся на рынке Украины. Для этого ноу-хау следует коммерциализировать, одним из этапов которого (этап № 3) может стать выполнение дипломной работы по теме «Маркетинг рынка технологии и оборудования для приготовления вторых блюд в местах общественного питания г. Одессы».

Выводы

Предлагается организационно-экономический механизм по коммерциализации ИПС, созданный в ВУЗах Украины, включающий:

- инвентаризацию ИПС за период 1992-2012 гг.;
- разработку типового авторского договора по участию авторов изобретений (полезных моделей, ноу-хау) в их коммерциализации и распределению вознаграждения между Лицензиаром (ВУЗом) и автором (авторами) за проданную лицензию (либо промышленное использование ИПС);
- проведение маркетингового исследования рынка для коммерциализации ИПС посредством выполнения студентами-экономистами Вуза дипломных проектов с участием авторов изобретений (полезных моделей, ноу-хау) и под руководством преподавателей с кафедры экономики промышленности или маркетинговых исследований;
- оценивание ИПС по результатам маркетинга и в соответствии с требованиями Национального стандарта № 4;
- подготовка коммерческого предложения о продаже лицензии на оцененную ИПС и рассылка его потенциальным покупателям в Украине и странах СНГ.

Литература

1. Малых С.В. Формирование инновационного процесса в машиностроении и металлообработке. – О.: Полиграф. – 2007. – 391 с.
2. Архипов В.В. Методические рекомендации по определению стоимостной оценки объектов интеллектуальной собственности. – К.: Изд. КНУКиИ. – 2007. – 72 с.
3. Деркач М. Структурно-инновационная перестройка экономики Украины: проблемы, приоритеты и перспективы развития. К. Экономист. – 2004. – № 5. – С.12-14

4. Инновационные процессы в Украине [Электронный ресурс], Доступный <http://revolution.all.best.ru.economy/00123076.html>.
5. Козловская Ж.А., Малых С.В., Столяров П.С. Цена и ценности прав на объекты интеллектуальной промышленной собственности. Практика оценки. – К. Экономика. – 2008. – № 3. – 56 с.
6. Малых С.В. Интеллектуальная промышленная собственность как товар и основа инноваций. – О.: Полиграф. – 2008. – 253 с.

УДК 664.6.013.071.9:504.064

ВИЗНАЧЕННЯ ОКСИДІВ НІТРОГЕНУ У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ЗАВОДУ

**Крусір Г.В., д-р техн. наук, доцент, Кондратенко І.П., асистент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Добровольський В.В., тех. директор
ПАО «Одеський коровай», м. Одеса**

У статті представлена оцінка залежності викидів газів NOx у відпрацьованих газах на хлібопекарських підприємствах м. Одеси та їх мінімізація. Запропоновані заходи щодо зниження екологічної небезпеки хлібопекарського виробництва.

This article provides an assessment of emissions of gases depending NOx in exhaust gases in the bakery enterprises of Odessa and their minimization. The measures to reduce environmental hazards baking.

Ключові слова: хлібопекарське виробництво, екологія, відпрацьовані гази, навколишнє середовище.

Атмосферне повітря є найважливішим природним середовищем і є сумішшю газів і аерозолів приземного шару атмосфери. Результати екологічних досліджень ясно показують, що забруднення приземної атмосфери — найпотужніший і постійно діючий фактор впливу на людину і навколишнє середовище.

Для підприємств хлібопекарської промисловості, які не є в цілому надзвичайно небезпечними з позиції впливу на навколишнє середовище, актуальним є виявлення стадій виробництва, що споживають значну кількість сировинних і енергетичних ресурсів та чинять суттєвий негативний вплив на природу. Проблемою, яка потребує вирішення, є пошук способів економії ресурсів та шляхів щодо зниження шкідливого впливу виробництва на довкілля.

Найбільш небезпечними для навколишнього середовища і людини є оксиди Нітрогену, що утворюються в результаті виробничої діяльності. Для озонового шару оксиди Нітрогену становлять небезпеку у зв'язку з тим, що вони потрапляють у стратосферу. Під впливом м'якого ультрафіолетового випромінювання Сонця, яке у стратосфері майже не затримується, діоксид Нітрогену розкладається з виділенням оксиду Нітрогену, а останній окислюється озоном. У результаті ряду послідовних реакцій одна молекула оксиду Нітрогену сприяє знищенню в середньому 10 молекул озону. У природних умовах оксиди Нітрогену утворюються в кількості близько 700 млн т/рік у результаті вивержень вулканів, лісових пожеж, грозових розрядів, блискавок, а також у ґрунті і поверхневих шарах океану — в результаті протікання анаеробних процесів. Тим не менш, ця кількість оксидів Нітрогену рівномірно розподілена в атмосфері, формує лише фонові концентрації та не становить небезпеку для рослин і живих організмів.

Загальна маса антропогенних викидів оксидів Нітрогену становить близько 75 млн тонн на рік, що приблизно в 10 разів менше, ніж природні викиди. Незважаючи на це, антропогенні викиди становлять серйозну загрозу для рослин і живих організмів у зв'язку з утворенням локальних високих концентрацій, що перевищують максимально допустиму в десять разів і більше. Антропогенні викиди оксидів Нітрогену утворюються:

— у процесі спалювання палива на заводах, зокрема хлібозаводах. Щороку в складі димових газів в атмосферу викидається близько 50 млн тонн оксидів Нітрогену;

— у процесах виробництва і застосування нітратної кислоти, при виробництві вибухових речовин, аліфатичних і ароматичних нітросполук, нітрогенних добрив, сірчаної кислоти нітрозним способом, анілінових барвників, віскозного волокна, травлення металів і т. д., а також у газових викидах хімічної промисловості, де кількість оксидів Нітрогену становить близько 25 млн тонн на рік.

Метою цієї роботи є визначення залежності викидів газів NOx у відпрацьованих газах на хлібопекарських підприємствах та їх мінімізація.

Були проведені контрольні відбори проб відпрацьованих газів на хлібопекарському заводі № 4 м. Одеса. Визначали вміст оксиду і діоксиду Нітрогену NOx. Перед початком проведення балансових дослідів проводили перевірку і регулювання витрати палива по пальниках печі, для цього вирівнювали тиск палива перед пальниками відповідно до показань штатних манометрів. Визначення оптимальних значень надлишків повітря на виході з печі проходило без порушення норм технологічного регламенту роботи печі. На підставі результатів випробувань складалася тимчасова режимна карта експлуатації печі, що включає: параметри, за якими ведеться контроль режиму роботи печі та її допоміжного обладнання. Це параметри димових газів за піччю, палива перед пальниками (і його розподіл по пальниках); повітря перед піччю; коефіцієнт надлишку повітря в димових газах; витрата палива. При кожному режимі навантаження проводилося 5 приблизних і 2 основних (балансових) експерименти. Утворені в процесі горіння природного газу оксиди Нітрогену складають більше 90 % категорії небезпеки підприємства. Тому основним показником, що характеризує ефективність роботи печей та вплив на навколишнє середовище, визначено залежності вмісту у відпрацьованих газах NOx при різних навантаженнях на під печі, які представлені на рисунках 1-4.

На рисунках 1 і 2 наведені графіки зміни концентрації оксиду та діоксиду Нітрогену NOx у викидах печі ППЦ-1381 (81 м² поду) при випіканні хліба подового з пшеничної муки, масою 0,9 кг і хліба подового з житньо-пшеничного борошна, масою 0,85 кг з різним навантаженням на під, побудований на основі експериментальних замірів.

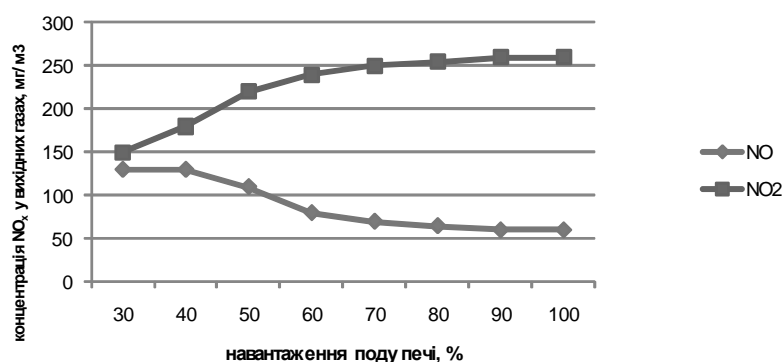


Рис. 1 – Визначення вмісту оксидів Нітрогену у викидах печі ППЦ-1381 при випіканні хліба подового з пшеничного борошна, масою 0,9 кг з різним навантаженням на під

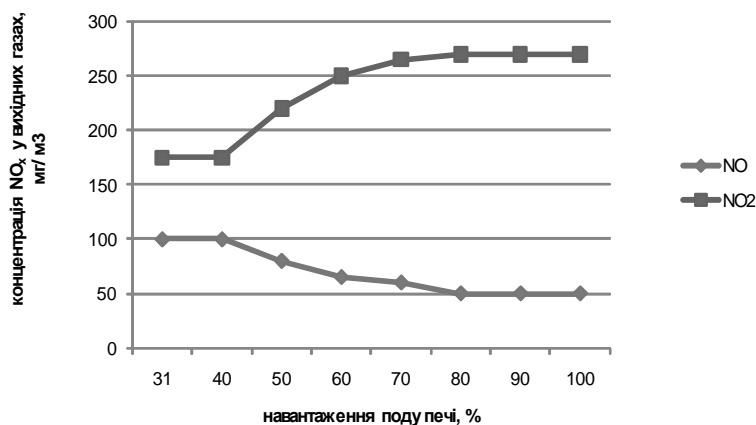


Рис. 2 – Визначення вмісту оксидів Нітрогену у викидах печі ППЦ-1381 при випіканні хліба подового з житньо-пшеничного борошна, масою 0,85 кг з різним навантаженням на під

За результатами інструментального визначення вмісту оксидів Нітрогену у вихідних газах хлібопекарських печей ППЦ-1381 на хлібопекарському підприємстві № 4 було отримано регресійні рівняння залежності отримання NOx від кількості спожитого палива і завантаження поду

$$y = -12,7775 + 16,5611 X_1 + 0,0226 X_1^2 + 0,0010 X_2 \quad (1)$$

де X_1 – відношення кількості одержаної продукції до площі поду печі, кг/ м²,

X_2 – обсяг газу, м³.

За регресійною моделлю були визначені вклади параметрів-аргументів для оцінки кількісної обумовленості.

Згідно з таблицями вкладів, наведеними в табл. 1, кількість утворених при випіканні оксидів Нітрогену практично повністю залежить від завантаження поду печі.

Таблиця 1 – Вклади параметрів-аргументів у моделі

Номер	Параметр	Вклад у модель
1	X_1	1,1890
2	X_2	-0,1890

Як показують дані, наведені в таблиці 2, отримана модель має високий коефіцієнт детермінації, незначну абсолютну і відносну помилку й може бути використана для оптимізації наявності оксидів Нітрогену у відведених газах хлібопекарських печей ППЦ-1381.

Таблиця 2 – Характеристики моделі

Характеристики моделі	Значення
Коефіцієнт детермінації	0,92
Середня абсолютна помилка, %	4,92
Середня помилка, %	10,01

На рисунку 3 наведено графік зміни концентрації оксидів Нітрогену у викидах печі Мінел-100 (100 м² поду) при випіканні хліба формового з пшеничного борошна, масою 0,9 кг з різним навантаженням на під, побудований на основі експериментальних вимірів.

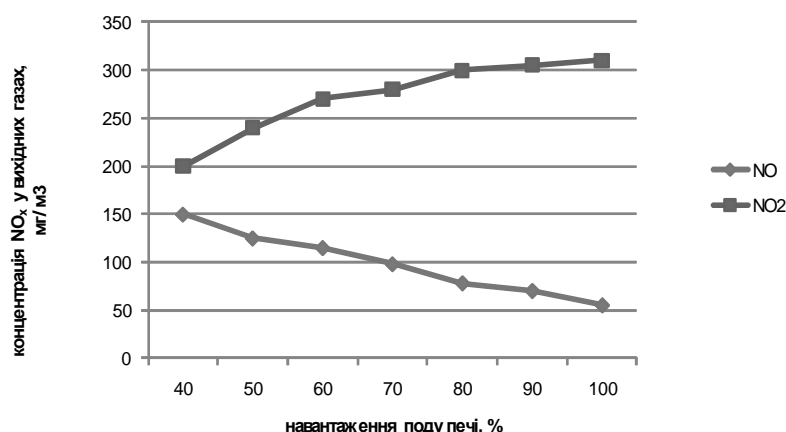


Рис. 3 – Визначення вмісту оксидів Нітрогену у викидах печі Мінел-100 при випіканні хліба формового з пшеничного борошна, масою 0,9 кг з різним навантаженням на під

За результатами інструментального визначення вмісту оксидів Нітрогену у вихідних газах хлібопекарських печей Мінел-100 на хлібопекарському підприємстві № 4 м. Одеси було отримано регресійні рівняння залежності отримання NOx від кількості спожитого палива і завантаження поду.

$$y = 45,9614 - 5,881 X_1 + 0,4319 X_1^2 - 0,0032 X_1^3 - 0,0005 X_2 \quad (2)$$

де X_1 – відношення кількості одержаної продукції до площі поду печі, кг/ м²,

X_2 – обсяг газу, м³.

За регресійною моделлю були пораховані вклади параметрів-аргументів. Згідно з таблицями вкладів, наведеними в таблиці 3, кількість утвореного при випіканні оксидів Нітрогену практично повністю залежить від завантаження поду печі.

Як показують дані, наведені в таблиці 4, отримана модель має високий коефіцієнт детермінації, незначну абсолютну та відносну помилку і може бути використана для оптимізації отримання оксидів Нітрогену у вихідних газах хлібопекарських печей Мінел-100.

Таблиця 3 – Вклади параметрів-аргументів у моделі

Номер	Параметр	Вклад у модель
1	X_1	0,9496
2	X_2	0,0504

Таблиця 4 – Характеристики моделі

Характеристики моделі	Значення
Коефіцієнт детермінації	0,94
Середня абсолютна помилка, %	2,86
Середня помилка, %	12,04

На рис. 4 наведено графік зміни концентрації оксидів Нітрогену у викидах печі БН-50 при випіканні здобно-булочних виробів масою 0,1 кг з різним навантаженням на під, побудований на основі експериментальних вимірів.

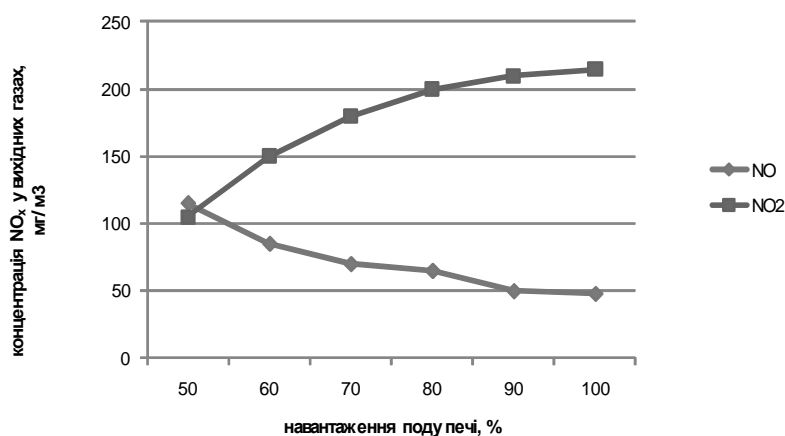


Рис. 4 – Визначення вмісту оксидів Нітрогену у викидах печі БН-50 при випіканні здобно-булочних виробів масою 0,1 кг

За результатами інструментального визначення вмісту оксидів Нітрогену у вихідних газах хлібопекарських печей БН-50 на хлібопекарському заводі № 4 м. Одеси було отримано регресійне рівняння залежності отримання NOx від кількості спожитого палива і завантаження поду

$$y = 1,6523 + 1,5892 X_1 - 0,0004 X_2 \quad (3)$$

де X_1 – відношення кількості одержаної продукції до площі поду печі, кг/ м²,
 X_2 – обсяг газу, м³.

За регресійною моделлю були пораховані вклади параметрів-аргументів для оцінки кількісних умовленості. Згідно з таблицями вкладів, наведеними в таблиці 5, кількість утворених при випіканні оксидів Нітрогену практично повністю залежить від завантаження поду печі.

Таблиця 5 – Вклади параметрів-аргументів у моделі

Номер	Параметр	Вклад у модель
1	X_1	1,0005
2	X_2	-0,0005

Як показують дані, наведені в таблиці 6, отримана модель має високий коефіцієнт детермінації, незначні абсолютну і відносну помилки й може бути використана для оптимізації утворення оксидів Нітрогену у вихідних газах хлібопекарських печей БН-50.

Після побудови рівнянь для печей різних типів було отримано узагальнене регресійне рівняння для основних марок печей, установлених в даний час на хлібопекарському підприємстві.

$$y = 48,9643 + 8,6706 X_1 - 1,9761 X_1^2 + 0,1372 X_1^3 + 0,0001 X_2 \quad (4)$$

де X_1 – відношення кількості отриманої продукції до площі поду печі, кг/ м²,
 X_2 – обсяг газу, м³.

Таблиця 6 – Характеристики моделі

Характеристики моделі	Значення
Коефіцієнт детермінації	0,87
Середня абсолютна помилка, %	0,53
Середня помилка, %	9,67

Таблиця 7 – Вклади параметрів-аргументів у моделі

Номер	Параметр	Вклад у модель
1	X_1	0,9965
2	X_2	0,0035

Таблиця 8 – Характеристики моделі

Характеристики моделі	Значення
Коефіцієнт детермінації	0,85
Середня абсолютна помилка, %	6,21
Середня помилка, %	10,82

У ході проведених досліджень виявлено зниження утворення оксидів Нітрогену по всіх аналізованих печах та видах виробів при підвищенні завантаження поду, що пояснюється зниженням витрати палива на покриття втрат тепла з димовими газами. Таким чином, збільшення завантаження хлібопекарських печей підприємства до 90 % дозволяє знизити викиди оксидів Нітрогену на печах ППЦ-1381, Місел-100 і БН-50 на 45 – 48 %. Як показали проведені дослідження, у зв'язку із завантаженням печей на 80 – 85 % викиди оксидів Нітрогену на печах хлібопекарського підприємства є мінімальними.

Відомо, що основним антропогенним фактором діяльності хлібопекарських підприємств, що впливає на навколишнє середовище, є процес випікання (60 – 65 % категорії небезпеки забруднюючих речовин), що супроводжується тепловими та газовими викидами. В результаті проведених досліджень отримано математичну модель впливу завантаження поду печі і витрати палива на утворення оксидів Нітрогену, яка може бути використана для впровадження галузевого нормативу — маса оксидів Нітрогену, що утворюється при виробництві одиниці продукції.

Література

1. Гринін А.С., Орехов Н.А., Шмідхейні С. Екологічний менеджмент. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2001. – 206 с.
2. Корячкіна С.Я., Степанов А.С., Медведєв П.В. Науково – практичний досвід застосування стандартів серії ІСО 14000 при розробці системи екологічного менеджменту на підприємствах хлібопекарської промисловості. – М: 2003. – 170 с.

УДК 331.467

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

Водяник А.О., д-р техн. наук, профессор, Евтушенко О.В.
 Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

Проанализировано состояние производственного травматизма со смертельным исходом в пищевой промышленности Украины за период 2003...2011 гг. Представлены результаты исследования динамики производственного травматизма со смертельным исходом. Проведено распределение несчастных случаев по основным причинам, видам событий, группам профессий, возрастом, стажем работы, и по группам профессий лиц, которые допустили нарушение законодательства об охране труда в пищевой промышленности. Проведено распределение удельного веса погибших работников пищевой промышлен-

ности в 2003...2011 гг. за прохождением учебы и инструктажей; за периодами от прохождения учебы по профессии или видом работы до несчастного случая, от прохождения последнего инструктажа до несчастного случая.

The state of production traumatism is analysed with mortal investigation in food retail industry of Ukraine for period 2003...2011 The results of research of dynamics of production traumatism are given with mortal investigation. Distributing of accidents is conducted on principal reasons, types of events, groups of professions, by age, experience of work, and on the groups of professions of persons which assumed violation of legislation about a labour protection in food retail industry. Distributing of specific gravity of the lost workers of food retail industry is conducted in 2003...2011 after passing of studies and instructings; after periods from passing of studies on a profession or type of work to the accident, from passing of the last instructing to the accident.

Ключевые слова: производственный травматизм, несчастный случай, причины несчастного случая, виды событий, удельный вес погибших работников.

Актуальность темы. Статистика несчастных случаев в Украине за последние годы свидетельствует о том, что на производстве ежегодно травмируется: 2003 г. – 36420 чел., 2004 г. – 30824 чел., 2005 г. – 28268 чел., 2006 г. – 25039 чел., 2007 г. – 22918 чел., 2008 г. – 19707 чел., 2009 г. – 15028 чел., 2010 г. – 14481 чел., 2011 г. – 12792 чел., из них со смертельным исходом: 2003 г. – 1874 чел., 2004 г. – 1935 чел., 2005 г. – 1876 чел., 2006 г. – 1951 чел., 2007 г. – 1959 чел., 2008 г. – 1751 чел., 2009 г. – 1352 чел., 2010 г. – 1364 чел., 2011 г. – 1299 чел. [1, 2]. Несмотря на общую тенденцию снижения количества несчастных случаев на производстве по Украине, уровень производственного травматизма остается высоким, темпы его снижения – низкими. Анализ уровня производственного травматизма в Украине показывает, что пищевая промышленность входит в пятерку наиболее травмоопасных отраслей экономики [1]. Только за 2003 – 2011 годы в пищевой промышленности было травмировано 9,1 тыс. лиц. Начиная с 2003 года, в пищевой промышленности получили смертельную травму, связанную с производством, свыше 541 работника (рис.1) [2, 3].

Целью работы является проведение статистического анализа производственного травматизма со смертельным исходом среди работников пищевой промышленности.

Объект исследования – производственный травматизм со смертельным исходом в пищевой промышленности за период 2003...2011 годы.

Методы исследования. Одним из методов исследования производственного травматизма является статистический. Статистический метод дает возможность определить количественную сторону травматизма, а также выучить его основные причины и закономерности.

Результаты исследований. По данным Госкомстата Украины, в пищевой промышленности с 2003 по 2011 годы погибло 542 работника. Из них (87 %) травм со смертельным исходом, получено лицами мужского пола. На женский пол приходится (13 %), что в 6 раз меньше от уровня травматизма со смертельным исходом мужчин (рис. 2).

Анализ статистических данных показывает, что для видов событий, которые приводят к гибели работников, определяющими являются дорожно-транспортные происшествия (34,6 %), пострадавшего (17,5 %), в том числе с высоты (10,2 %), действие предметов и деталей, которые двигаются, разлетаются, вращаются (11,6 %) и падение, обрушивание, обвалы предметов, материалов, породы, почвы и тому подобное (9,5 %) (табл. 1).

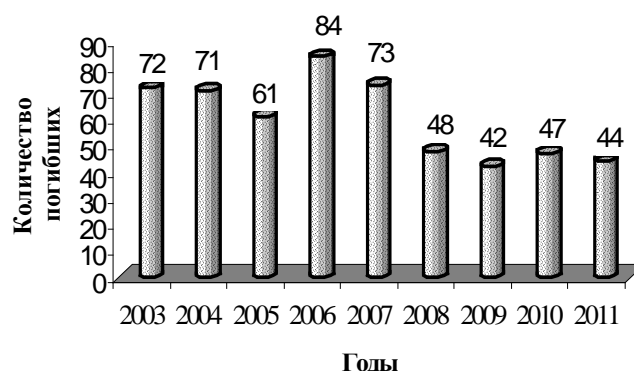


Рис. 1 – Динамика производственного травматизма со смертельным исходом в пищевой промышленности в 2003...2011 гг.

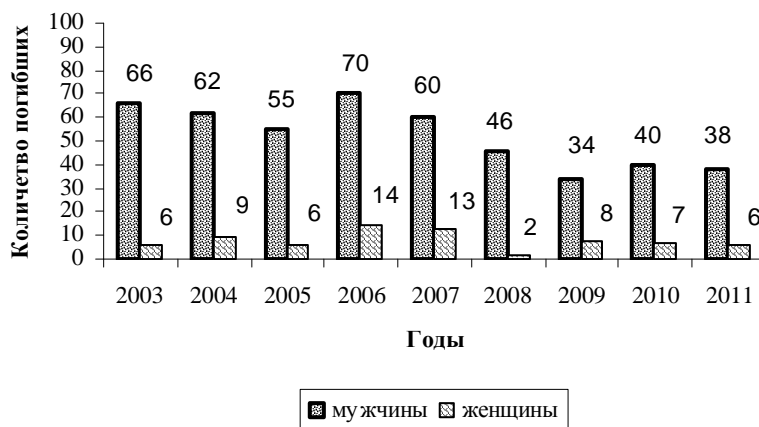


Рис. 2 – Динаміка розподілення кількості погиблих працівників чоловічого і жіночого пола в харчовій промисловості України, 2003–2011 гг.

Таблиця 1 – Розподілення погиблих по видах подій виробничого травматизма в харчовій промисловості в 2003...2011 гг.

Види подій	Процент
ДТП	34,6
Падіння постраждалого, в тому числі	17,5
– падіння з висоти	10,2
– падіння в час руху	3,6
– падіння, обрушення, обрушення предметів, матеріалів, породи, і тому подібне	9,5
Діяння предметів і деталей, які рухаються, розлітаються, повертаються, в тому числі	11,6
– діяння рухомих деталей обладнання і машин, а також таких, які повертаються	7,3
Порушення електричним струмом, в тому числі	5,5
– при торканні до ЛЕП і оборваних проводів	1,8
Діяння екстремальних температур (крім пожег)	2,9
Діяння шкідливих і токсичних речовин	4,4
Утоплення	0,4
Асфіксія	1,8
Цілеспрямоване вбивство або травма, спричинена іншою особою	1,8
Стихійне лихо	0,4
Пожежа	2,5
Вибух	3,6
Інші види	3,5

Аналіз причин травматизма (табл. 2) дозволяє зробити висновки про те, що визначальними причинами травматизма серед працівників харчової промисловості є наступні організаційні причини: порушення трудової і виробничої дисципліни (16,2 %), порушення правил дорожнього руху (16,2 %), недотримання в час роботи безпечних правил праці (12,9 %).

Таблица 2 – Распределение погибших по причинам производственного травматизма в пищевой промышленности за 2003...2011 гг.

Причина несчастного случая	Процент
<i>Технические</i>	
Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность средств производства	5,4
Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность транспортных средств	0,3
Некачественная разработка или отсутствие проектной документации на строительство, реконструкцию производственных объектов, зданий, и т.п.	2,7
Несовершенство, несоответствие требованиям безопасности технологического процесса	4,2
Неудовлетворительное техническое состояние производственных объектов, зданий, сооружений, территории	3,9
Неудовлетворительное техническое состояние средств производства	3,3
Неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств	2,4
Неудовлетворительное состояние производственной среды	0,3
<i>Организационные</i>	
Неудовлетворительное функционирование, несовершенство или отсутствие системы управления охраной труда	5,4
Недостатки во время учебы безопасным приемам труда	12,9
Нарушение режима труда и отдыха	0,9
Отсутствие или некачественное проведение медицинского обследования (профотбора)	0,9
Некачественная разработка, несовершенство инструкций об охране труда или их отсутствие	0,6
Отсутствие в должностных инструкциях функциональных обязанностей по вопросам охраны труда	0,6
Неиспользование средств индивидуальной защиты из-за необеспеченности ими	1,2
Выполнение работ с отключенными, неисправными средствами коллективной защиты, системами сигнализации, вентиляции, и т.п.	1,2
Привлечение к работе работников не по специальности (профессии)	0,3
Нарушение технологического процесса	1,2
Нарушение требований безопасности во время эксплуатации оборудования, машин, механизмов, и т.п.	4,5
Нарушение требований безопасности во время эксплуатации транспортных средств	3,6
Нарушение правил дорожного движения	16,2
Неприменение средств индивидуальной защиты (при их наличии)	3,6
Неприменение средств коллективной защиты	0,3
Нарушение трудовой и производственной дисциплины	16,8
<i>Психофизиологические</i>	
Алкогольное, наркотическое опьянение, токсикологическое отравление	3
Неудовлетворительные физические данные или состояние здоровья	0,3
Травмирование в результате противоправных действий других лиц	1,2
Другие причины	2,8

Большое значение имеют технические причины травматизма, которые возникли в результате конструктивных недостатков: несовершенства надежности средств производства (5,4 %); несовершенства и несоответствия требованиям безопасности технологического процесса (4,2%); неудовлетворительного технического состояния производственных объектов, зданий, сооружений, территории, средств производства и транспортных средств (9,6 %).

Свыше 66 % погибших работников пищевой промышленности приходится на четыре группы профессий: водители (26,3 %), низкоквалифицированные рабочие (17 %), операторы (11,6 %) и слесари (11,3 %).

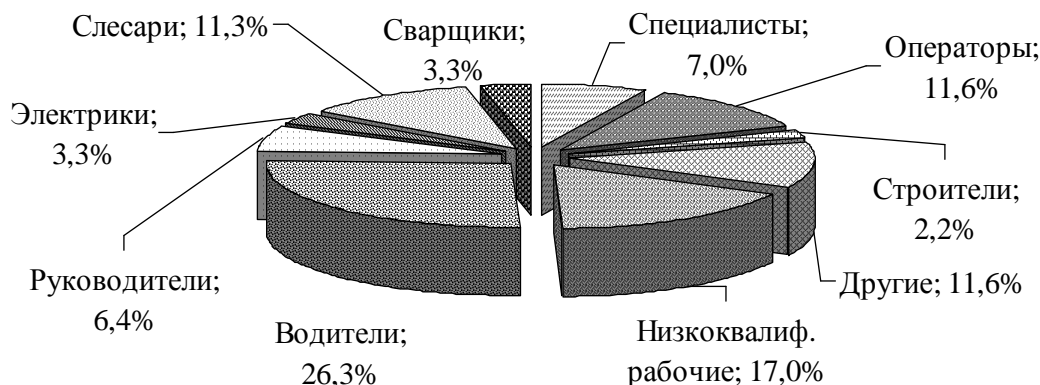


Рис. 3 – Распределение погибших работников пищевой промышленности по группам профессий за 2003...2011 гг.

Распределение погибших работников пищевой промышленности по возрасту в 2000...2011 гг. представлены на (рис. 3), а по общему стажу и стажу по профессии представлены в (табл. 3). Как видно из рисунка и таблицы, свыше 30 % погибших рабочих имели возрастной диапазон 40...50 лет. Еще свыше 25 % потерпевших были в возрасте от 30 до 40 лет. Следовательно, погибшие в возрасте от 30 до 50 лет составляют почти 57 % от всех смертельно травмированных в отрасли. Это можно объяснить тем, что на эту категорию приходится наибольшее количество работников пищевой промышленности.

Значительный уровень травмированных рабочих с общим стажем 20 и лет (51,3 %) вызвано так называемой привычкой к опасности – одной из психофизиологических причин нарушения правил безопасности. Значительное количество среди погибших рабочих с небольшим стажем работы по профессии: до года почти 30 % и до 3-х лет свыше 23 % – может свидетельствовать о недостатках профессиональной подготовки работников, а также недостаточный контроль за неопытными рабочими на предприятиях пищевой промышленности.

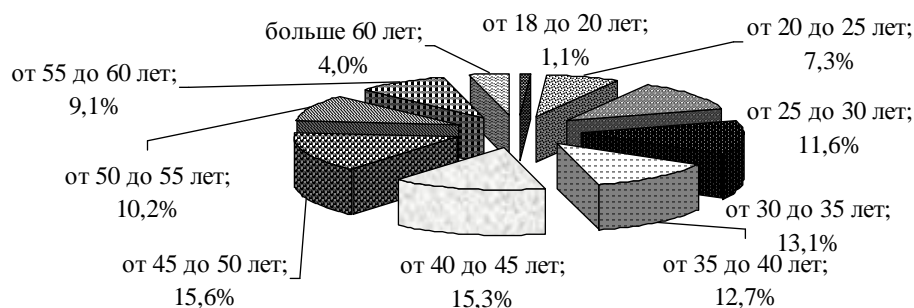


Рис. 4 – Распределение погибших работников пищевой промышленности по возрасту в 2003...2011 гг.

Распределение удельного веса погибших работников пищевой промышленности в 2003...2011 гг. по стажу работы показал, что в диапазонах:

- до 1 года по стажу работы общему (4,4 %), по профессии (29,8 %);
- от 1 до 3 лет по стажу работы общему (3,6 %), по профессии (23,6 %);
- от 3 до 5 лет по стажу работы общему (3,6 %), по профессии (7,6 %);
- от 5 до 10 лет по стажу работы общему (10,2 %), по профессии (12 %);
- от 10 до 15 лет по стажу работы общему (12,7 %), по профессии (10,2 %);
- от 15 до 20 лет по стажу работы общему (14,2 %), по профессии (6,2 %);
- свыше 20 лет по стажу работы общему (51,3 %), по профессии (10,5 %).

Таблица 3 – Распределение удельного веса погибших работников пищевой промышленности в 2003...2011 гг. по прохождению обучения и инструктажей

Прохождение	Учеба по профессии или виду работы	Вступительный инструктаж	Первичный (повторный) инструктаж
Проведено	49	81,3	81,3
Не проведено	30,8	13	11,5
Не требуется	9,1	0	3,4
Нет сведений	11,1	5,7	3,8

Таблица 4 – Распределение удельного веса погибших работников пищевой промышленности в 2000...2011 гг. за периодами от прохождения учебы по профессии или виду работы к несчастному случаю

Периоды	Проценты
до 6 месяцев	37,3
от 6 до 12 месяцев	13,7
от 1 до 3 лет	11,8
от 3 до 5 лет	9,8
от 5 до 8 лет	3,9
свыше 8 лет	23,5

Таблица 5 – Распределение удельного веса погибших работников пищевой промышленности в 2000...2011 гг. за периодами от прохождения последнего инструктажу к несчастному случаю

Периоды	Проценты
до 3 месяцев	80,5
от 3 до 6 месяцев	8,9
от 6 до 9 месяцев	0,6
от 9 до 12 месяцев	0
от 1 до 2 лет	1,8
от 2 до 3 лет	0,6
свыше 3 лет	7,7

Анализ показал, что свыше 30 % погибших работников пищевой промышленности не проходят по профессии или виду работы, во время выполнения которой произошел несчастный случай (табл. 3). Кроме того с 11...13 % потерпевших не были проведены вступительный или первичный (повторный) инструктажи.

Данные анализа свидетельствуют, что из всех погибших работников отрасли, которые прошли по профессии или виду работы, во время выполнения которой произошел несчастный случай, свыше 37 % получили травму полгода после прохождения этого (табл. 4).

Из всех потерпевших, которые прошли инструктаж на рабочем месте, свыше 80 % погибли в течение 3-х месяцев после его прохождения (табл. 5). Эти факты свидетельствуют о недостатках профессиональной подготовке работников отрасли и некачественном, формальном проведении инструктажей на предприятиях пищевой промышленности.

Распределение удельного веса лиц, которые допустили нарушение требований законодательства об охране труда в пищевой промышленности, что привело к несчастным случаям в 2003...2011 гг. показал, что пострадавший нарушал законодательство по охране труда в 48 % несчастных случаях со смертельным исходом, тогда как другое лицо в почти 77 %. Анализ показал, что 21 % смертельно травмированных работников пищевой промышленности во время несчастного случая находились в состоянии алкогольного опьянения, а это свидетельствует о достаточно низкой трудовой дисциплине на предприятиях

отрасли. Более чем в половине несчастных случаев нарушителями законодательства по охране труда были разного уровня руководители (рис. 5), в то же время, среди травмированных, часть руководителей составляет немного больше 6 %.

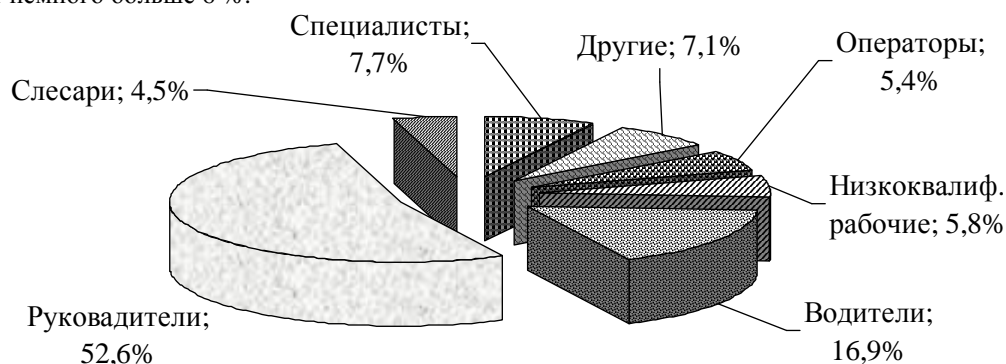


Рис. 5 – Распределение по группам профессий лиц, которые допустили нарушение требований законодательства по охране труда в пищевой промышленности, что привело к несчастным случаям в 2003...2011 гг.

Выводы. Результаты исследований указывают на то, что в пищевой промышленности Украины за период с 2003 по 2011 годы количество несчастных случаев со смертельным исходом в 2011 году снизилось почти в 2 раза по сравнению с 2003 годом. Погибших женского пола в 6 раз меньше, чем мужчин. Большая часть травм приходится на опытных рабочих, которые имеют стаж работы больше 20 лет, и на рабочих со стажем работы по профессии менее года. На эти факты следует обращать особенное внимание во время проведения первичного и повторного инструктажей на рабочем месте. Кроме того необходимо повысить качество самих инструктажей, усилить контроль над работниками с небольшим профессиональным стажем. Необходимо повысить ответственность руководителей всех уровней на предприятиях отрасли с целью предотвращения нарушения ими законодательства об охране труда, невыполнение которого приводит к несчастным случаям.

Література

1. Евтушенко О.В. Анализ статистики производственного травматизма в пищевой промышленности Украины / Пищевая промышленность, 2011 № 10–11, С. 169-174.
2. Кошиль О.Г. Статистический бюллетень. Травматизм на производстве в 2002 – 2009 годах / Кошиль О. Г., Костровенко Л.Н. – К.: Госкомстат Украины за 2003 – 2010 гг.
3. Калачова И. Статистический бюллетень. Травматизм на производстве в 2010 – 2011 годах / Калачова И. – К.: Госкомстат Украины, 2012.

УДК 744: 658.512.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ «ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН»

Иванова Л.А., д-р техн. наук, Царенко Л.Г., старший преподаватель,
Донченко Т.А., преподаватель.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Идея создания нового научно-исследовательского направления в ОНАПТ – «технический дизайн» - применительно к пищевой и перерабатывающей промышленности, базируется на комплексе технических, технологических и дизайнерских дисциплин

The idea of creation of the new research direction in OНАPТ - «technical design» – with reference to food and processing industry, is based on a complex of technical, technological and design disciplines

Ключевые слова: образование, технический дизайн, пищевая и перерабатывающая отрасли, экологичность, эргономичность, рельеф.

Информационный анализ деятельности различных дизайнерских организаций [1,2], объединения технических ВУЗов России, в которое на период 2011г. входили более 40 университетов страны [2], позволяет выявить реальные условия для создания научно-учебного центра в ОНАПТ в направлении «Раз-

вите и совершенствование технического дизайна», применительно к пищевой и перерабатывающей промышленности. В указанных [3] университетах введена новая специальность «Технология художественной обработки материалов», базирующаяся на изучении как творческих дисциплин (рисунок, композиция, история искусств и др.), так и инженерно-технических (материаловедение, инженерная графика, технология металлов, химия, информатика и интеллектуальная собственность) [4.5]. Синтез этих дисциплин в комплексе с дисциплинами «Технический дизайн», «Упаковочные материалы», которые преподаются в нашей академии, может явиться как основной фактор в создании нового научно-исследовательского направления «технический дизайн», применительно к пищевой и перерабатывающей промышленности, что в условиях конкуренции специальностей, выпускаемых в вузах Украины, может стать дополнительным резервом в привлечении контингента абитуриентов.

Если учесть такие основные структурные составляющие дизайна, как функциональная целесообразность, эстетичность, экономичность и специфику технологических процессов производства в пищевой и перерабатывающей отраслях, то необходимо обратить особое внимание на сочетание указанных факторов с очень важными показателями – экологичностью и эргономичностью. В данном случае новые технические решения на уровне изобретений, полезных моделей, промышленных образцов в области пищевых и перерабатывающих предприятий с соответствующими дизайнерскими проектами могут явиться базой для повышения интереса руководства предприятий в заказе на специалистов – выпускников факультета технологического оборудования, упаковки и технического дизайна.

Указанный подход обеспечит создание научно-практических школ в ОНАПТ, которые можно подразделить на две группы: научно-исследовательские и художественно-технологические. В научно-исследовательских школах должна превалировать научно-прикладная тематика, в художественно-технологических – акцент может быть сделан на решение эстетических задач с разработкой новых технологий для разнообразных дизайнерских объектов и материалов. Если обратить особое внимание на экологичность, то последняя группа может стать базой развития научно-практической школы на факультете технологического оборудования, упаковки и технического дизайна в ОНАПТ. Ряд кафедр академии работают с различными материалами, структура которых может рассматриваться при определенных условиях как псевдорельеф, т.е. создает впечатление объемности. Исследования в области композиционных материалов, специфических тонких покрытий, разработка специальных технологий измельчения материалов – могут также рассматриваться как объекты дизайна.

Углубленные исследования на основе компьютерных технологий (AutoCAD, 3Dmax и др.) процессов моделирования сложнорельефных и пересекающихся поверхностей, текстуры материала также представляют широкое поле деятельности в развитии технического дизайна для пищевой и перерабатывающей промышленности.

Сочетание с потенциалом национальной тематики и новых технических дизайнерских решений должно отразиться на разработке привлекательных брендов для предприятий, фермерской продукции, где зачастую или отсутствуют качественные товарные знаки, или они не выдерживают никакой критики. Даже продукция фирмы «Гармаш» и других предприятий нашего города могли бы стать объектами коммерческой дизайнерской разработки нашей академии.

Широкое привлечение студентов к разработке дизайнерских объектов, к участию в конкурсах, олимпиадах, научно-практических конференциях представляет большой резерв для развития их творчества и интеллекта. Так, например, на рис.1 изображены работы студентов. Объектами технического дизайна могут быть изделия из дерева, керамики и металла в рамках традиционного искусства различных областей Украины. Интересные разработки, характерные для объектов дизайна в нашей отрасли могут стать направлением в разработке новых технологий и нанесение логотипов предприятий на продукцию пищевой и перерабатывающей отрасли, расширение области применения новых упаковочных материалов для пищевых продуктов. Вот одна из интересных технологий – формирование изображения текстуры продукта на упаковочном материале (рис.2).

В научном направлении кафедры инженерной графики и технического дизайна разрабатывается тема «принципы оптимальных технологий и формообразования». Сочетание определенного практического опыта в применении методики конструирования кривых линий и составления поверхностей объектов различной конфигурации, в работе с системой

AutoCAD явилось основанием для постановки следующих задач. Перспективными в развитии темы могут быть такие задачи: анализ технологических решений применительно к объектам промышленного дизайна пищевой и перерабатывающей отраслей; повышение эффективности способов формообразования рельефных поверхностей – основе композиционных материалов; разработка методов фиксации текстуры объектов дизайна для упаковочных материалов; совершенствование процессов воспроизведения тонкого рельефа поверхностей промышленных объектов дизайна.

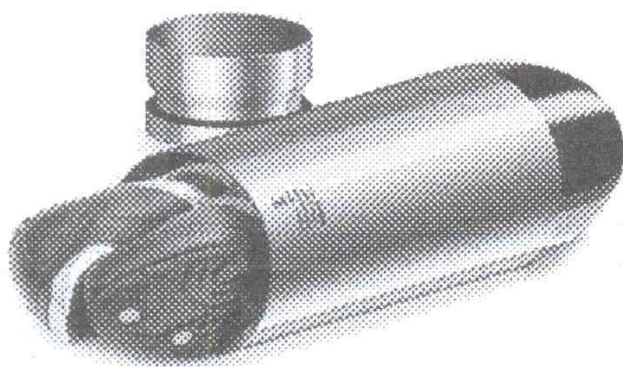
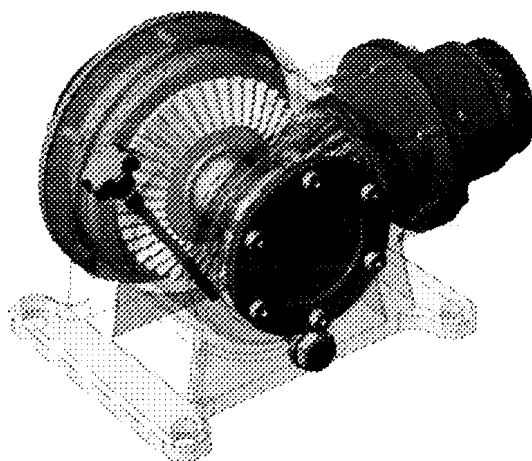
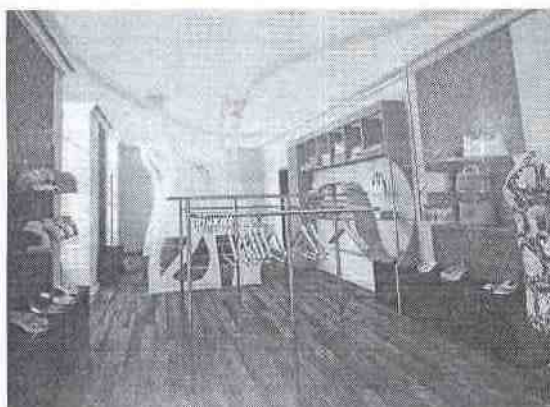


Рис. 1 – Примеры дизайнерских работ

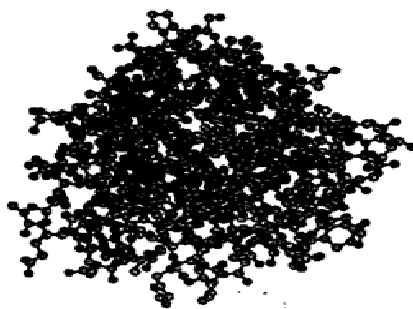
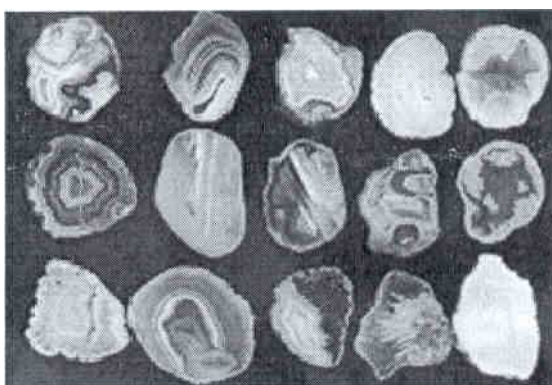
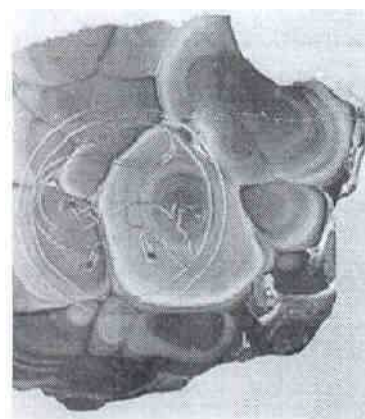


Рис. 2 – Текстура мясных продуктов.



а) агат



б) малахит

Рис. 3 – Структура минералов в разрезе

Информационный анализ [1-5] и других источников позволяет сделать вывод о перспективе промышленного дизайна во всех отраслях производства, в том числе, пищевой и перерабатывающей промышленности. Насколько востребованными окажутся сегодняшние специалисты, владеющие эффективным техническими решениями и творческим потенциалом, покажет время

Выводы

1. Изучение технического дизайна в подготовке специалистов пищевых технологий повысит в дальнейшем конкурентоспособность выпускаемой продукции, и, в связи с этим, привлекательность специальностей академии.
2. На кафедре инженерной графики и технического дизайна разработано полное методическое обеспечение дисциплины «Технический дизайн».

Литература

1. [Упаковка пищевых продуктов/ под ред. Ричарда Коулза, Дерика Макдауэлл, Марка Дж. Кирва-на, перевод с английского – С-Петербург : «Профессия» — 2008. – 408 с.](#)
2. Лазарев К.Н. Дизайн машин – Л: Машиностроение – 1988. – 256 с.
3. Кмашин В.И., Лобацкая Р.Н., Черных М.М.. Дизайн: история, современность, перспективы. Изд-во «Апрель» – 2011. – 224 с.
4. Сомов Ю.С. Композиция в технике – М.: Машиностроение – 1987. – 288 с.
5. Лаврентьев Л.Н.. История дизайна. – М: Гардерики – 2008. – 303 с.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА, ВИГОТОВЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВИРОБІВ ТА КОМБІКОРМІВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДИХАННЯ НАСІННЯ РІПАКУ ПРИ ЙОГО ЗБЕРІГАННІ Овсянникова Л.К., Соколовська О.Г.	4
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАСІННЯ СОРГО ПРИ ЗБЕРІГАННІ В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ Овсянникова Л.К., Соколовська О.Г., Шевчук О.М.	6
ЗМІШУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ПАРТІЙ ЗЕРНА РІЗНИХ КЛАСІВ Яковенко А.І., Борта А.В., Артюшенко П.Н.	11
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СУШКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА Сорочинский В.Ф.	15
РЕЖИМЫ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ Жигунов Д.А.	19
ВЛИЯНИЕ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА НА КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ЭТАПЕ КРУПООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СОРТОВЫХ ПОМОЛАХ ПШЕНИЦЫ Жигунов Д.А., Ковалев М.А.	24
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ НА ПРОЦЕСС КРУПООБРАЗОВАНИЯ Чумаченко Ю.Д., Батт А.В.	30
КРУПА ВІВСЯНА ПЛЮЩЕНА З ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА Соц С.М., Кустов І.О.	33
ОСОБЛИВОСТІ ЛУЩЕННЯ НАСІННЯ НУТУ Шутенко Є.І., Донець А.О., Москвіна Н.З., Литянська Г.С.	35
ВИРОБНИЦТВО НОВИХ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ Донець Л.Я., Донець А.О.	38
РОЗРОБЛЕННЯ РЕЖИМІВ ЕКСТРАГУВАННЯ СОЛОДУ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ОТРИМАННІ НОВИХ ВИДІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ Попова Н.В., Мисюра Т.Г., Бурлака Т.В.	41
ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТИВ МЕХАНОАКТИВУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОДОСТУПНОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНА ВІВСА Сімахіна Г.О., Миколів Т.І.	45
ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ Сухомуд О.Г., Любич В.В.	49
НОВІ ПІДХОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ Єгоров Б.В., Ворона Н.В.	52
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ Єгоров Б.В., Турпурова Т.М.	59
БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ НАКОПИЧЕННЯ БІЛКОВИХ СПОЛУК У ЗЕРНОВІЙ СИРОВИНІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ Єгоров Б.В., Кананихіна О.М., Турпурова Т.М.	64
ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ Єгоров Б.В., Чайка І.К., Браженко В.Є.	69

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ У КОМБІКОРМАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ, ЯКИХ ВИРОЩУЮТЬ НА ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСАХ Сгоров Б.В., Макаринська А.В., Воецька О.Є., Лапінська А.П.	74
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОГИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН Сгоров Б.В., Бордун Т.В., Шарова А.І.	80
ПЕРСПЕКТИВИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МИДИЙ В КОМБИКОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Сгоров Б.В., Бордун Т.В., Кузьменко Ю.Я.	83
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ ПРЕПАРАТАМИ С ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ Левицкий А.П., Чайка И.К., Воецкая Е.Е., Лапинская А.П.	87
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ Килименчук Е.А., Величко Т.А.	92
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИКОРМОВ Афанасьев В.А., Богомолов И.С.	95
ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ КОРМОВЫХ ФОСФАТОВ В РАЦИОНАХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛНОЦЕННОЙ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПИТАНИЯ Свамбаев Ж.А., Свамбаев Е.А., Тусупбекова С.Т., Султанбеков Г.А., Свамбаев А.	98
ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО СКЛАДУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ДОСТАВЛЯЄ ЗЕРНО НА ДП "КУЛІНДОРІВСЬКИЙ КХП" Страхова Т.В., Станкевич Г.М., Будюк Л.Ф.	102
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕВАТОРА ДЕРЖКОМРЕЗЕРВУ УКРАЇНИ Будюк Л.Ф., Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Кац А.К.	106

РОЗДІЛ 2 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ НЕХЛЕБОПЕКАРНЫХ ВИДОВ МУКИ Иоргачева Е.Г., Макарова О.В., Котузаки Е.Н.	114
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКЛАДЕНОГО ВИПІКАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Солоницька І.В., Пшенишнюк Г.Ф., Пісанецька О.Є.	118
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКОЇ ТА ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ Лебеденко Т.Є., Новічкова Т.П., Кожевнікова В.О.	123
ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ РЕЦЕПТУРИ НА ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА ПРИ ЗБЕРІГАННІ Макарова О.В., Пшенишнюк Г.Ф., Іванова Г.С., Левицька А.І.	129
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРІЖДЖОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ ПРИ ДОДАВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ Ільдірова С.К., Левіт І.Б., Афенченко Д.С., Попова С.Ю.	134
ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ БОРОШНЯНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ Кравченко М.Ф., Демічковська М.П.	139

БІЛКОВО-ПШЕНИЧНИЙ ХЛІБ ІЗ ГРЕЧАНИМ БОРОШНОМ Гордієнко Т.В., Семенова А.Б., Михонік Л.А., Дробот В.І.	143
РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНО-ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ТА ХЛІБА «ГАРМОНІЯ» Арсеньєва Л.Ю., Арсиненко Н.О.	146
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Пересічний М.І., Пересічна С.М., Пахомська О.В.	150
ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА, МУКИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА Штейнберг Т. С., Сорочинский В. Ф., Мелешкина Е.П.	154
ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗБІЛКОВОГО ТІСТА Луньова О.С., Кучерук З.І.	159
ВПЛИВ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ ТА ПІДВИЩЕНОГО ВМІСТУ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У СЕРЕДОВИЩІ БРОДІННЯ НА ПЕРЕБІГ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ Арсеньєва Л.Ю., Яценко В.С., Калініченко А.О., Конончук В.М.	165
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАВАРОК І ХМЕЛЬОВИХ ЗАКВАСОК Юрчак В.Г., Рак В.П., Ковалевська Є.І., Яйко М.О.	168
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЗАМИЛОЗНОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ Иоргачева Е.Г., Макарова О.В., Хвостенко Е.В., Ильющенко М.Н.	173
ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ КОМПОЗИЦІЙНОЇ БОРОШНЯНОЇ СУМІШІ З ГАРБУЗОВОГО НАСІННЯ ТА ГРЕЧКИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ КЕКСІВ Капліна Т.В., Столярчук В.М., Кудрик М.А.	178
ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФРУКТОЗИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ТИПУ «СУФЛЕ» ДЛЯ БІСКВІТНИХ ТОРТІВ ТА ТІСТЕЧОК Дорохович А.М., Мурзін А.В., Парашина Н.А., Рубан І.В.	182
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАСС ДЛЯ НУГИ Иоргачева Е.Г., Гордиенко Л.В., Толстых В.Ю.	187
ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА НА ГЛИКЕМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ПАСТИЛО-МАРМЕЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ Иоргачева Е.Г., Данилова Е.И., Аветисян К.В.	190
БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРЕБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ Левицький А.П., Гулавський В.Т., Селіванська І.О.	194
СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОМАДНЫХ КОНФЕТ С СИНБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ Коркач А.В., Егорова А.В., Муратов В.Г., Киртока И.О.	197
COMPARATIVE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WAFER FILLINGS WITH SUGAR AND FRUCTOSE Hadzhikinova M.V., Hadzhikinov D.G., Antonova M.A.	202
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАФЕЛЬНОГО ТІСТА НА АГЛЮТЕНОВОМУ БОРОШНІ Дорохович В.В., Тарасенко І.В.	206
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЖЕЛЕЙНОГО МАРМЕЛАДУ З КРІАС-ПОРОШКАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ Туз Н.Ф., Артамонова М.В., Лисюк Г.М.	210
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЗЕФИРА, ОБОГАЩЕННОГО ПРЕБИОТИКАМИ ФРУКТАНОВОГО ТИПА Кондратова И.И., Томашевич С.Е., Кондрашова С.Б., Цыганков В.Г.	215

НАДАННЯ МАРШМЕЛОУ СТАТУСУ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ І ДІЄТИЧНИЙ ПРОДУКТ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТИТОЛУ ТА ФРУКТОЗИ Дорохович А.М., Бадрук В.В., аспірант	220
ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФРУКТОВИХ НАЧИНОК Калакура М.М., Щирська О.В.	225
НИЗЬКОГЛІКЕМІЧНІ КРОХМАЛОВМІСНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ Ковбаса В.М., Полумбрик М.О.	228
РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЖИРЫ В КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, КАК ЗАМЕНИТЕЛИ КАКАО-МАСЛА И МОЛОЧНОГО ЖИРА Кузнецова Л.Н., Папченко В.Ю., Демидов И.Н., Петик П.Ф.	231
БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕЦИТИНУ З СОНЯШНИКУ Шульга С.М., Глух І.С., Дроздов О.Л.	234
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБНОГО ПОЛИСАХАРИДА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ МУКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЛЯРА Куданович Л.А., Клюкина О.Н., Птичкина Н.М.	238
ВИКОРИСТАННЯ ПЕКТИНІВ ДЛЯ ПОЛПШЕННЯ ЯКОСТІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ Юрчак В.Г., Карпик Г.В., Гордієнко Я.	242
ПРОРОЩЕННОЕ ЗЕРНО КУКУРУЗЫ – ЦЕННОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ БИОПРИПРАВЫ Кизатова М.Ж., Набиева Ж.С., Нурмат М.Н.	247
ВОЗМОЖНОСТИ БЕНЧМАРКИНГА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ БУТИЛИРОВАННЫХ ВОД Стрикаленко Т.В, Ляпина Е.В., Базелева Н.А.	250

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ОБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА Батт А.В., Чумаченко Ю.Д.	257
ТЕНДЕНЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ КАМНЕОТБОРНИКОВ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ Петров В.Н.	261
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ Гросул Л.И., Шипко И.М., Украинцев И.С.	264
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ШЕЛУШИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ Гросул Л.И., Шипко И.М., Украинцев И.С.	267
РОЗРАХУНКОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИТОВОГО СЕПАРУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СХЕМ І ПАРАМЕТРІВ СИТ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ Гросул Л.Г., Гапонюк О.І., Мосієнко Г.А., Гончарук Г.А., Яцкова Т.Й.	270
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОТРАНСПОРТЕРІВ Брусенцова М.Ю., Арсиненко Н.О.	276
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ПРЕСУВАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ Яцук А.Л., Брильов Є.А.	279
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ САУ ПРОЦЕССОМ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ Егоров В.Б., Хобин В.А.	283

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ АДАПТАЦІЇ РЕГУЛЯТОРА ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ В ЗАМКНУТОМУ КОНТУРІ Жигайло О.М.	291
УПРАВЛЕНИЕ СОВОКУПНЫМИ ПОТОКАМИ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Жуковский Э.И., Шевченко З.И., Чабаров В.А.	298
РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ВИРОБНИЦТВ Лобода Ю.Г.	302
ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЦЕПТУР С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА Вольф Е. Ю., Птичкина Н.М., Евпатченко Ю.В.	307
ПРЯМА ТА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ Зайченко Ю.П., Сидорук І. А.	310
ПОРІВНЯННЯ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОГО МЕТОДУ ГРУПОВОГО УРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ (НМГУА) ТА МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ (МР) Зайченко О.Ю., Мізерака М. Ю.	315
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВИХ СИЛОСІВ НА ПРОВІДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ЗЕРНОЗБЕРІГАЮЧОЇ ГАЛУЗІ Овсянникова Л.К., Соколовська О.Г., Орлова С.С.	320
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ ФОРМ ВОЗДУХА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ РЕСТОРАНОВ, КАФЕ И СФЕРЫ УСЛУГ Станкевич Г.Н., Титомир Л.А., Данилова Е.И., Бабков А.В.	325
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АНТИФРИКЦИОННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА Иванова Л.А., Гараев М.Б.	335
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ПРИ ОБТЕКАНИИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ Дементьев А.А., Сороко О.Л., Дук А.А.	340
КІНЕТИКА ТА СТАТИКА ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ Терзієв С.Г., Ружицька Н.В., Бандура В.М., Коляновська Л.М.	344
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ВІД ВОСКУ Осадчук П.І., Кудашев С.М.	348
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ ЯК ДЖЕРЕЛА АНТИОКСИДАНТІВ В ОЛІЙНО-ЖИРОВІЙ ГАЛУЗІ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ Усатюк С.І., Пелехова Л.С., Усатюк О. М.	351
ПОИСК ПУТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ АДСОРБЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ Мольченко С.Н., Демидов И.Н., Савус А. А.	355
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НОРИИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ СВОЙСТВАМИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАПОЛНЕНИЯ КОВШЕЙ Хобин В.А., Кирязов И.Н.	358
КОМПЛЕКСЫ ВЕСОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ, ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ Хобин В.А., Дец Д.В.	368

РОЗДІЛ 4
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗЕРНОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

FOOD CONSUMPTION IN UKRAINE AND ITS DYNAMICS Katerina Fedosova, Leonid Kaprelyants.....	380
АНАЛІЗ АСОРТИМЕНТУ ТА МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВНИХ МОТИВАЦІЙ І ПЕРЕВАГ ПРИ ВИБОРІ ЗЕРНОВИХ ХЛІБЦІВ Мардар М.Р., Значек Р.Р.	386
АССОРТИМЕНТ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КРУПЯНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ К ЗАВТРАКУ В ГОСТИНИЦАХ УКРАИНЫ Данилова Е.И., Титомир Л.А., Решта С.П.	390
ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА, ПАТЕНТУЕМЫХ В УКРАИНЕ Иванова Л.А., Котлик С.В.....	394
ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ ВУЗОВ Иванова Л.А., Малых С.В.	401
ВИЗНАЧЕННЯ ОКСИДІВ НІТРОГЕНУ У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ЗАВОДУ Крусір Г.В., Кондратенко І.П., Добровольський В.В.	404
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ Водяник А.О., Евтушенко О.В.	408
ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ «ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН» Иванова Л.А., Царенко Л.Г., Донченко Т.А.	414

Наукове видання

НАУКОВІ ПРАЦІ

В И П У С К 42 Т О М 1

Головний редактор, д-р техн. наук Б.В.Єгоров
Заст. головного редактора, д-р техн. наук Л.В.Капрельянц
Відповідальний редактор, д-р техн. наук Г.М. Станкевич
Технічний редактор Т.Л.Дьяченко

Збірник засновано в Одесі у 1937 р. Відновлено з 1994 р.
Реєстраційне свідоцтво КВ № 12577-1461 ПР
від 16.05.2007 р. Видано Міністерством юстиції України

Підписано до друку 11.09.2012 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 49,29. Тираж 100 прим. Замовлення 3048-1.

Видавництво КП ОМД
(свід. ДК № 774 від 17.01.2002 р.)

Надруковано в КП «Одеська міська друкарня»
65012, Одеса, вул. Пантелеймонівська, 17