

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 36

ТОМ 1



ОДЕСА

2009



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 36, том 1, 2009

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 Переліку наукових фахових видань, затвердженого ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт (Бюлетень ВАК України, 1999, № 4)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора *Капрельяниц Л.В.*, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний редактор

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

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

Безусов А.Т., д-р тех. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р тех. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р тех. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р тех. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р тех. наук, проф.

Жуковський Е.Й., д-р тех. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р тех. наук, проф.

Моргун В.О., д-р тех. наук, проф.

Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

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 № 10 від 16.06.2009 р.

Мова видання:
українська, російська, англійська

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

ББК 36.81 + 36.82

УДК 663 / 664

Одеська національна академія харчових технологій

Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій

Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2009. – Вип. 36. – Том. 1. – 316 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових
технологій, 2009 р.

РОЗДІЛ 1

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

УДК 664.72.047,54:005.591.6

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОМАСООБМІНУ НЕРУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНА ТОВЩИНОЮ 31 СМ

Гапонюк І.І., кандидат технічних наук, доц.
Одеська національна академія харчових технологій

Анотація: виконано аналіз відмінностей параметрів найбільш розповсюджених сушарок вітчизняного та іноземного виробництва, досліджено особливості тепловологообмінних процесів для нерухомого шару зерна товщиною 31 см, експериментально встановлено та математично описано вплив способу підведення робочих газів на кінетику зневоднення та нагрівання шару зерна.

Annotation: the analysis of differences in the most common drying apparatuses of domestic and imported production is executed, are investigated the special features of the [teplovlagoobmennykh] processes for the fixed bed of grain with a thickness of 31 cm, it is experimentally established and is mathematically described the influence of the method of the supply of working gases under the rarefaction on the kinetics of drying and heating of the layer of grain.

Ключові слова: сушарка, шар, зерно, робочі гази, тепловологообмін, кінетика, зневоднення, нагрівання

У вітчизняних господарствах все більше використовують зерносушильні агрегати іноземного виробництва провідних компаній, зокрема Шмідт-Зінгер, Фарм-Фанс, Метюз-Компані, Квед, Де-Люкс тощо. За рекламними проспектами фірм-виробників, питомі енерговитрати на зневоднення зерна в сушарках іноземного виробництва на 20...30 % менші від аналогічних показників сушарок вітчизняного виробництва.

Із найсуттєвіших, на нашу думку, техніко-технологічних відмінностей найпоширеніших сушарок іноземного виробництва від вітчизняних аналогів слід зазначити більшу товщину шару зерна і живий перетин тепло- вологообмінної камери, спадні режими сушіння за порівняно менших значень температури робочих газів, застосування високопродуктивних радіальних пилових вентиляторів, менші аеродинамічні втрати енергії течії робочих газів, використання корозійно-стійких матеріалів для виготовлення елементів сушарки, використання заданої форми газорозподільних коробів та підвідних і відвідних каналів, застосування часткової рециркуляції відпрацьованих газів, дотримання високого рівня вибухобезпеки та рівномірності сушіння, автоматизація сушарок, простота в обслуговуванні та наявність вимірювальних пристроїв поточних показників теплових параметрів процесу. В табл.1 наведено найсуттєвіші фактори, що обумовлюють кращі показники роботи сушарок іноземного виробництва над вітчизняного та приведено порівняльний аналіз їх роботи. За результатами виробничих досліджень нами встановлено також більша насиченість вологою відпрацьованих газів та менші втрати теплоти із ними в довкілля.

До найсуттєвіших факторів впливу на це слід віднести більшу товщину шару зерна, більшу величину живого перетину та менші втрати енергії течії робочих газів.

У конструкціях вітчизняних шахтних прямотечійних зерносушильних агрегатів товщина шару в тепломасообмінній камері є не стабільна і коливається по висоті міжкоробного простору в межах $h=22...25$ см, а у більшості зарубіжних аналогів висота шару є незмінною і становить $h=31$ см.

Перемінна товщина шару зерна відображається на конвективному тепломасообміні в частині перемінних величин міжфазових тепломасообмінних коефіцієнтів, розрахунків параметрів фазових середовищ, вибору раціональних параметрів тепломасообміну [3, 4].

Приймаючи до уваги відмінність товщини шару зерна в тепломасообмінних камерах модульних зерносушарок імпортного виробництва, було досліджено тепломасообмінні процеси зневоднення нерухомого шару зерна товщиною $h=31$ см в стендових умовах для температурних режимів, наближених до виробничих [1]. На рис.1 представлено кінетику зневоднення зерна кукурудзи напівзубовидної різної вологості, а на рис.2 і 3 кінетичну характеристику нагрівання шару зерна.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз показників роботи зерносушарок вітчизняного та іноземного виробництва

Показники	Переваги		
	вітчизняних		іноземних прямотечійних
	прямотечійних	рециркуляцій- них	
Стан рухомості шару зерна	нерухо- мий/малорухо- мий	малорухо- мий/рухомий	малорухомий
Спосіб підведення газів	під нагнітанням		комбінований
Попереднє підігрівання зерна	відсутнє	частково	відсутнє
Використання теплоти відпрацьованих газів	відсутнє	частково	частково
Режим сушіння	спадний		висхідний
Товщина шару зерна, см	22		31
Вологонасиченість відпрацьованих газів	неповна		повна
Стабільність роботи (АСУ)	не висока		висока
Поєднання методів та способів сушіння при:			
а) нагріванні зерна (конвект, кондук, опромін)	відсутнє	частково	відсутнє
б) сушінні зерна (швидкісні, повільні, відлеж)	відсутнє		частково
в) охолодження зерна (відлежування, повільні)	відсутнє		частково
Рівень пожежовихубезпеки	не високий		
Екологічний рівень безпеки	не високий		по потребі
Енергоємність сушіння: МДж/кг вол. питомі витрати природного газу (м³/1т1%)	5,4...6,8		3,2...6,1
	1,5...1,9		0,9...1,7
Швидкість течії робочих газів (фіктивна), м/с	0,42		0,4...0,44
Питомі витрати робочих газів, м³/1т1%	530...590		600...650
Живий перетин тепломасообмінних камер, %	6...9		30...35
Енергоємність сушіння	висока		невисока
Експлуатаційні затрати	невисокі		високі

За однакової енергії потоку обох для способів підведення робочих газів до шару зерна, швидкість його нагрівання до температури 40 °С в обох випадках майже однакова (рис. 4), проте швидкість зневоднення відрізняється від 20 до 30 % на користь способу підведення газів під розрідженням (рис.1).

Отримані результати кінетики сушіння зерна кукурудзи для способу підведення газів під тиском не відрізняються, а під розрідженням – суттєво (до 20 % і більше) відрізняються від теоретично отриманих за відомими формулами впливу параметрів тиску на швидкість масообмінних процесів [2, 4]. Крім цього, із-за обмеженості досліджень та спірності встановлених авторами впливу тиску міжзернового простору на конвективний масообмін [2, 3], нами було досліджено вплив способу підведення робочих газів на тепломасообмінні процеси.

За експериментальними даними отримано кінетичні рівняння тепломасообміну нерухомого шару зерна кукурудзи вологістю $W_0=30-40\%$ для обох способів підведення робочих газів при температурі $t_t=100\text{ °C}$ та $t_t=120\text{ °C}$ відповідно (рис. 1, 4):

а) динаміка вологообміну та теплообміну для традиційного способу підведення газів – «під нагнітанням»:

$$W_{100}^{+H} = -6,61 \cdot \tau + 45,1 \quad , \quad (1)$$

$$W_{140}^{+H} = 0,93 \cdot \tau^2 - 14,4 \cdot \tau + 52,8 \quad , \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial q}{\partial t}\right)_{100}^{+H} = -2,38 \cdot \tau^2 + 30,23 \cdot \tau - 9,1 \quad , \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial q}{\partial t}\right)_{120}^{+H} = -0,696 \cdot \tau^2 + 23,99 \cdot \tau - 2,9 \quad , \quad (4)$$

б) динаміка вологообміну та теплообміну при різних температурах робочих газів для дослідного способу підведення газів – «під розрідженням»:

$$W_{100}^{-H} = -8,15 \cdot \tau + 47,15, \quad (5)$$

$$W_{120}^{-H} = 2,28 \cdot \tau^2 - 22,49 \cdot \tau + 59,36, \quad (6)$$

$$\left(\frac{\partial q}{\partial t}\right)_{100}^{-H} = -2,57 \cdot \tau^2 + 32,86 \cdot \tau - 13, \quad (7)$$

$$\left(\frac{\partial q}{\partial t}\right)_{120}^{-H} = -0,63 \cdot \tau^2 + 25,06 \cdot \tau - 4,9, \quad (8)$$

Зважаючи на підвищені вимоги експортерів до вмісту зернової домішки та тріщинуватості зерен кукурудзи, було розроблено удосконалені режими зневоднення при зменшених швидкостях теплообміну за рахунок понижених температур робочих газів (рис.2, 3).

Переміна способу підведення робочих газів із традиційного на «під розрідженням» дозволяє частково компенсувати зменшення швидкості масообмінних процесів.

Зменшення температури робочих газів від $t_1=120^\circ\text{C}$ до $t_1=75^\circ\text{C}$ в сушарці МС-3580 дозволило зменшити тріщинуватість зерен напівзубовидної жовтої кукурудзи від 80...90% до 8...12%, а із подальшим зменшенням температури до $t_1=55^\circ\text{C}$ – вміст тріщинуватих зерен та зернової домішки після зневоднення змінився не суттєво.

Зважаючи на викладене, для параметрів робочих газів наближених до виробничих для сушарок іноземного виробництва ($v_\phi=0,18$ м/с) при понижених температурах та дослідному способі підведення газів «під розрідженням» на підставі отриманих експериментальних даних отримано такі емпіричні залежності вологообміну для шару зерна товщиною $h=31$ см та вологості $W_0=24\%$:

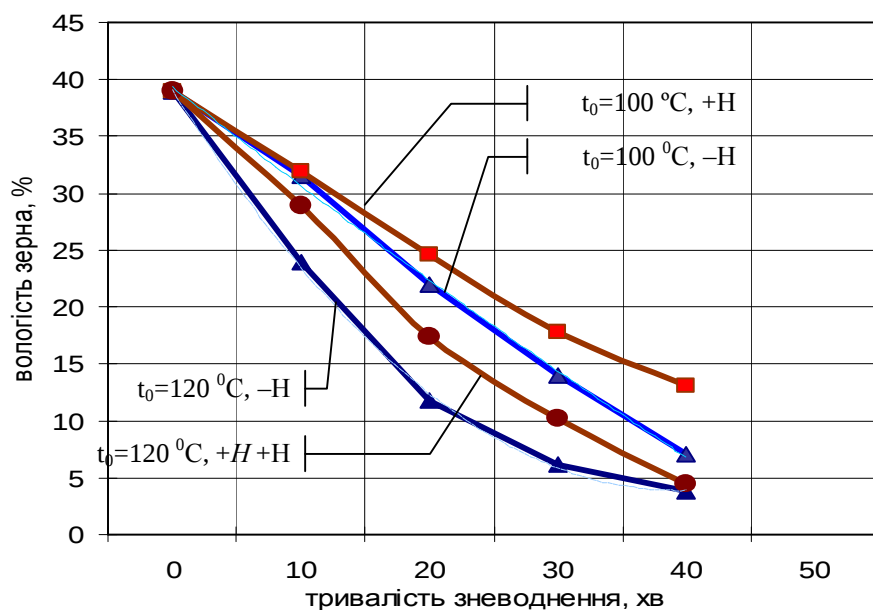


Рис.1. Кінетика сушіння шару зерна $h=31$ см ($W=39\%$) робочими газами (+H – під нагнітанням, -H – під розрідженням)

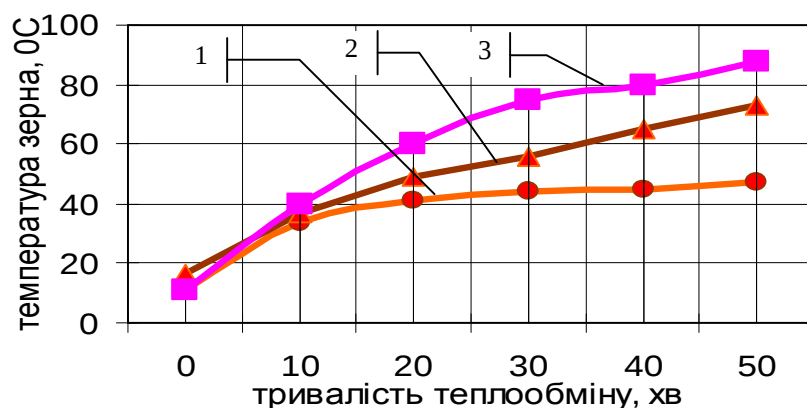


Рис. 2. Кінетика нагрівання шару зерна $h=31$ см ($W_0=24\%$) робочими газами під розрідженням: 1 – $t_1=50^\circ\text{C}$; 2 – $t_1=75^\circ\text{C}$; 3 – $t_1=95^\circ\text{C}$.

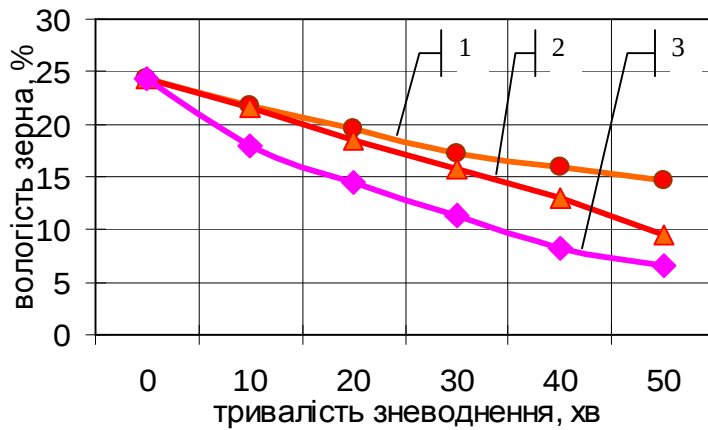


Рис. 3. Кінетика сушіння шару зерна $h=31\text{см}$ ($W_0=24\%$) робочими газами під розрідженням:
1 – $t_1=50\text{ }^\circ\text{C}$; 2 – $t_1=75\text{ }^\circ\text{C}$; 3 – $t_1=95\text{ }^\circ\text{C}$.

однакових швидкостях підвищення температури обох зразків зерна, швидкість зневоднення дослідного зразка збільшується швидше. (рис.1 і рис. 3).

Вплив понижених значень температури робочих газів на характер міжфазового тепломасообмінного процесу для дослідного способу зневоднення зерна «під розрідженням», представлено на рис.2 і 3. На початковому етапі міжфазової взаємодії, із зменшенням температури робочих газів на кожні 20 – 25 $^\circ\text{C}$, швидкість тепловологообміну зменшується нерівномірно (рис. 2 і рис. 3). Так, при пониженні температури робочих газів від 95 $^\circ\text{C}$ до 75 $^\circ\text{C}$:

– швидкість зневоднення зерна ($dW_1/d\tau$) на початковому етапі нагрівання шару зерна (перші 15 хв) та незначної різниці температур обох зразків ($\theta_3 - \theta_2 < 10\text{ }^\circ\text{C}$) – зменшилися лише на 5 – 10%, а на етапі зростання відмінності температури обох зразків зерна ($\theta_3 - \theta_2 > 10\text{ }^\circ\text{C}$) – різниця швидкостей зневоднення ($W_2/d\tau - dW_2/d\tau$) зростає;

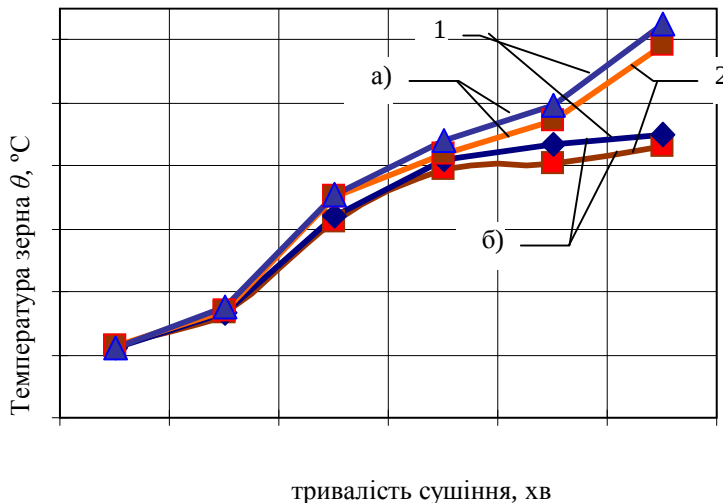


Рис. 4. Кінетика нагрівання зерна кукурудзи $W=39\%$ робочими газами температурою а) $t_1=120\text{ }^\circ\text{C}$ та б) $t_1=100\text{ }^\circ\text{C}$ різними способами їх підведення:
1 – розрідженням; 2 – нагнітанням

$$W_{50}^{-H} = -1,95 \cdot \tau + 25,75, \quad (9)$$

$$W_{75}^{-H} = -2,92 \cdot \tau + 27,29, \quad (10)$$

$$W_{95}^{-H} = -3,45 \cdot \tau + 25,84, \quad (11)$$

Аналіз приведених рівнянь дозволяє констатувати, що із зменшенням температури робочих газів, для встановленого режиму вологообміну, кінетична залежність вологовмісту наближається до лінійного вигляду і при температурі робочих газів меншій від $t_1 < 100\text{ }^\circ\text{C}$ набуває лінійного вигляду. Це ж саме можна спостерігати на рис.1 і 3.

Щодо впливу способу підведення робочих газів на міжфазовий вологообмін, то як видно із рис.2 і 3, швидкість сушіння зерна обох зразків (дослідного та базового) впродовж всього періоду конвективного зневоднення змінюється неоднаково. При майже

– швидкість нагрівання зерна ($d\theta_1/d\tau$) в перші 10 хв міжфазового тепломасообміну зменшується несуттєво (до 10 %), а із подальшим нагріванням шару зерна – суттєво (до 70 % і більше).

При подальшому зменшенні температури робочих газів від 75 $^\circ\text{C}$ до 50 $^\circ\text{C}$ – міжфазовий тепловологообмін зменшується ще стрімкіше.

За результатами досліджень параметрів відпрацьованих робочих газів шару зерна різної товщини та способу підведення цих газів «під тиском» встановлено таке. Із збільшенням товщини шару зерна кукурудзи вологістю $W_0=24\%$ від $h = 25\text{ см}$ до $h = 31\text{ см}$ вологість відпрацьованих газів зростає від $\varphi_2=45\ldots 60\%$ до $\varphi_2=60\ldots 75\%$, а їх температура t_2 зменшується на 20 – 25 %.

Таким чином, за показником вологовмісту (d_2) та температури відпрацьованих газів (t_2) можна стверджувати про доцільність збільшення товщини шару зерна. Проте в цьому разі зростають втрати енергії течії робочих газів на подолання аеродинамічного опору. За наведеною Б.Є Мельником формулою розрахунку опору нерухомого шару зерна [5], для шару зерна пшениці товщиною 31 см додаткові втрати енергії течії робочих газів можуть становити близько 400 Па.

Приймаючи до уваги більш складний маршрут переміщення робочих газів в сушарках вітчизняного виробництва (топкове відділення – газопроводи – газорозподільна камера – підвідні-відвідні короби – шар зерна) порівняно із сушарками провідних іноземних компаній, додаткове збільшення товщини шару зерна може ускладнити тепловологообмін окремих культур з невеликими розмірами зернин, особливо ріпаку, гірчиці, сорго, тощо.

Висновки:

1. Зі збільшенням товщини шару зерна від 22 до 31 см насиченість вологою відпрацьованих робочих газів, за встановлених Інструкцією [1] параметрів, зростає, а температура зменшується на 15 – 20 % та 20 – 25 % відповідно.
2. Змінням способу підведення робочих газів із «під нагнітанням» на «під всмоктуванням» можна прискорити масообмінні процеси до 20 % і більше, а кінетика нагрівання шару зерна залишається незмінною.
3. Зі зменшенням швидкості масообмінних процесів зменшується тріщинуватість зерен кукурудзи.
4. Із зменшенням температури робочих газів зменшується нерівномірність пошарового волого- та тепловмісту зернини, що зумовлює зменшення мікротравмування її тіла.

Література

1. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. – Одеса-Київ, 1997. – 72 с.
2. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник). – М.: Энергия. 1972. – 560 с.
3. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. – М.: КолосС, 2004. – 240 с.
4. Гапонюк О.І. Активне вентилування та сушіння зерна / Навчальний посібник // О.І Гапонюк, М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич, І.І. Гапонюк. – К.: 324 с. з табл.
5. Мельник Б.Е. Применение аэрожелобов и активное вентилирование зерна на хлебоприемных предприятиях. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР – 1976. – 40 с.

УДК 632.7/.95:631.53.02

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ЗЕРНОПРОДУКЦІЇ ТА СПОСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ

Доля М.М., д-р с.-г. наук, професор, Бондарева Л.М., канд. с.-г. наук, Бортніцький О.В., магістр
Національний Університет біоресурсів і природокористування України

Описані біолого-екологічні особливості комірного та рисового довгоносиків. Встановлена ефективність застосування новітнього препарату Ципервіт, 25 % к. е. (діюча речовина циперметрин, 250 г/л) проти шкідників запасів.

Biology and ecology of barn and rice curculio are studied. Efficacy of new insecticide cypervit (Cypermethrin, 250 g/l) to control storage products insects is shown.

Ключові слова: шкідники, запаси, зерно, контроль чисельності, норми внесення, ефективність дії, Ципервіт, к.е.

Найважливішим завданням всього циклу виробництва зерна і зернопродуктів є не лише вирощення пшениці, збирання її у строк і без втрат, але й збереження одержаного врожаю. Адже, не є таємницею, що шкідники запасів не тільки дуже сильно впливають на якість зерна, а й можуть повністю знищити запаси зернових, якщо вчасно і в належному обсязі не вживати заходів щодо їх знищення.

Живлячись зерном, шкідники забруднюють його шкірками від льоньок, загнаними особинами, екскрементами, павутиною. Пшениця, пошкоджена комірним довгоносиком, втрачає схожість на 92 %, рисовим довгоносиком – на 75 %, борошняним хрущаком – на 53 %. Із пошкодженого зерна виходить неякісне борошно, то ж і випечений хліб є поганим. Заселене шкідниками борошно змінює свій колір, запах і смакові якості. Прогризене й пошкоджене зерно набагато швидше заселяють плісняві гриби, які,

проростаючи, псують його, виділяючи при цьому шкідливі й канцерогенні речовини. Тому не можна використовувати зіпсоване, запліснявіле зерно для виготовлення хлібопродуктів або на корм худобі.

В Україні нараховують понад 100 видів шкідників запасів зерна, в тому числі кліщів – 34, комах – 60, мишоподібних гризунів – 6. Найнебезпечнішими з них є комірний та рисовий довгоносики, великий борошняний хрущак, борошняна вогнівка, зернова міль, борошняний кліщ та інші [1]. Значна їх частина потрапляє до складських приміщень разом із зерном та іншою сільськогосподарською продукцією чи тарою; їх заносять робітники на одязі та взутті; можуть заносити також гризуни і птахи.

Нижче наведені дані стосовно двох видів довгоносиків, що сильно шкодять в даний час при зберіганні зерна пшениці та способи захисту від них.

Комірний довгоносик (*Sitophilus calandrea* L.) – це теплолюбна комаха, яка поширена у всіх країнах світу і повсюдно у країнах СДН у зерносховищах та відповідних приміщеннях. Зустрічається також в полях. Тіло цих жуків завдовжки від 3,5 до 4 мм, вузьке, циліндричне, блискуче. Молоді жуки мають коричневий колір, старі – майже чорний. Жуки не мають задніх крил і літати не можуть.

Самиця вигризає у зерні неглибоку ямку, на дно якої відкладає одне яйце. Для оберігання від шкідливого впливу зовнішніх умов вона покриває яйце слизом, який на повітрі швидко твердіє. Протягом всього життя самиця може відкласти до 250 яєць. Відразу після виходу з яйця личинка вгризається всередину зернини, де проводить все своє життя, виїдаючи майже весь її вміст. Тут вона перетворюється на лялечку, формою схожою на дорослого жука. У перші дні жуки, що сформувалися в зерні, живляться борошністими залишками, а потім прогризають оболонку й виходять назовні.

Жук уникає освітлених місць, за щонайменшого роздратування впадає в заціпеніння, щільно притискаючи до тіла вусики й ніжки. Сприятливою для розвитку жука є температура (20-28) °C і відносна вологість повітря (75-90) %. У південних районах в умовах зерносховищ комірний довгоносик протягом року може дати 2-3 покоління, в центральних – 1-2. Розвиток одного покоління в разі вологості зерна понад 12,5 % та за температури повітря від 18 до 24 °C триває 40-60 днів. Якщо температура (5-10) °C, жуки перестають жити, а за +3 °C впадають у заціпеніння; за температури нижче ніж 0 °C довгоносики гинуть. Хороша вентиляція та протяги згубно діють на комірного довгоносика. Зерно, пошкоджене довгоносиками, стає доступним для інших видів шкідників [1].

Рисовий довгоносик (*Sitophilus oryzae* L.) поширений, як і комірний довгоносик, але у полі зустрічається лише у тропіках і субтропіках. У південних країнах СНД протягом року має 4-5 поколінь. У центральній і північній зоні він потрапляє із продовольством та насінням, що завозиться з південних районів.

Рисовий довгоносик поліфаг – ушкоджує зерно пшениці, рису, вівса, ячменю, кукурудзи, гречки, сорго, перлову крупу й сухі борошняні вироби, насіння проса, олійних і бобових культур, каштани, сухофрукти тощо. Зернини, з яких вийшли жуки, втрачають до 50 % ваги; вони стають непридатними для висіву та їжі.

За способом життя і завдання шкоди рисовий довгоносик схожий з комірним, але за розмірами заподіюваних збитків він є більш небезпечним. Відрізняється від комірного довгоносика меншими розмірами, довжина тіла не перевищує 3,5 мм. Рисовий довгоносик має розвинені задні крила й може літати.

Сприятливою для розвитку рисового довгоносика є температура (26-31) °C, оптимальною – (28-31) °C. За такої температури розвиток зародка в яйці триває 3-5 днів, а за зниженої – понад 10. Розвиток перших трьох віків личинки триває в середньому 12 днів, а четвертого – від 4 до 9 днів. Личинка будує в зерні колиску, в якій за 1-2 дні перетворюється на лялечку. Фаза лялечки триває до 5-6 днів, а за зниженої температури – від 8 до 14. Молодий жук після відродження залишається в колісці 1-2 дні, а за нижчої температури – до місяця. Потім жуки залишають зерно й незабаром починають розмножуватися.

Рисовий довгоносик більш тепло- та вологолюбний і розмножується швидше, ніж комірний. Розвиток одного покоління за (21-25) °C і вище триває близько 40 днів, а за (14-18) °C затягується до 3,5-7 місяців. За температури середовища, нижчій за +13 °C, і вологості зерна (пшениці) нижче за 10 % рисовий довгоносик розвиватися не може. Оптимальною температурою для його активної діяльності є (27-29) °C.

Життя імаго триває від 3 до 8 місяців. Жуки, що залишилися на зимівлю, живуть до 8 місяців. Плодючість їх становить у середньому 380 яєць, щонайбільше 576. Зимують жуки, личинки та лялечки в складах у зерні, а на півдні і в польових умовах, відлітаючи від сховищ на 1600 м, заселяючи в полі зерно пшениці, кукурудзи, жита.

В систему заходів, що ефективно контролюють чисельність комірних шкідників входять профілактичні та винищувальні заходи. Усі винищувальні способи контролю чисельності поділяють на три групи: біологічні, фізико-механічні та хімічні. Найчастіше застосовують два останніх методи. Радикальним і широко поширеним способом контролю чисельності шкідників запасів є хімічний метод із застосуванням різних контактних та фумігантних пестицидів. Хімічні заходи регулювання чисельності шкідників збіжжя здійснюється вологим, аерозольним способами та фумігацією. При знезараженні приміщень можлива комбінація цих способів. Герметичні об'єкти обробляють переважно фумігацією.

Заселені фітофагами борошно, крупу, макаронні вироби, сухофрукти обробляють методом фумігації. Обробка готових продуктів харчування вологим способом не рекомендується за санітарними міркуваннями [2].

На даний час з препаратів дозволених до використання в Україні, найчастіше використовується фактично один фумігант – фосфін у вигляді сполук з алюмінієм та магнієм, які являють собою округлі таблетки або порошок. При введенні препарату в зерно чи розкладанні в приміщенні активна речовина – фосфід алюмінію чи магнію реагує з вологою, виділяючи токсичний фосфористий водень. У зерні залишається нейтральний гідроокис алюмінію чи магнію і частково – не розкладений залишок фосфіду.

З метою захисту збіжжя під час його зберігання у 2006-2008 рр. були проведені дослідження щодо ефективності дії новітнього препарату групи синтетичних піретроїдів Ципервіт, 25 % к. е. (діюча речовина циперметрин, 250 г/л) при різних нормах його внесення проти шкідників запасів (на всіх стадіях їх розвитку). Випробування проводили в ЗАТ «Київмлин» у приміщенні елеватора № 1 (Києво-Святошинський р-н Київської обл.). Культура – зерно пшениці насипом в елеваторі.

Дослідний препарат застосовували вологим способом з різною нормою його внесення (три варіанти: 0,4 г/м², 0,6 г/м² і 0,8 г/м²). Перед його застосуванням проведено фітосанітарне обстеження приміщення, під час якого виявлено шкідників, загальну та середню їх кількість. За еталон було взято пестицид Арріво, 25 % к. е. з тією ж д. р. (циперметрин, 250 г/л) з нормою витрати препарату 0,8 г/м². Після застосування препарату були проведені обліки шкідників через 12 годин, 3; 7; 14; діб та 21 доби експозиції відповідно.

В результаті проведених досліджень нами встановлено (табл. 1), що ефективність дії препарату ципервіт, 25 % к. е., залежала від норм його внесення та часу після обробки. Так, при підрахунку чисельності імаго та личинок довгоносиків в середньому за 2006-2008 рр. досліджень встановлено, що варіант досліду з нормою витрати ципервіту 25 % к.е. 0,4 г/м² на 14 день експозиції знизив чисельність фітофагів до 8,5 екз./м², а ефективність його дії становила лише 74,4 %, при внесенні 0,6 г/м² препарату відповідно 2,3 екз./м² і 93,9 % до контролю. Найбільш ефективно знищувалися довгоносики при внесенні ципервіту, 25 % к.е. в нормі 0,8 г/м². На цьому варіанті досліду кількість живих комах через 14 діб становила 0,5 екз./м², а ефективність дії – 98,7 % відповідно до контролю. Але на 21-й день експозиції ефективність досліджуваного препарату понизилася при всіх нормах його внесення до 63,6 %, 91,9 % і 94,4 % відповідно до контролю.

Таблиця 1 – Вплив препарату ципервіт 25 % к. е. на чисельність комірнього та рисового довгоносиків (середнє за 2006–2008 рр.)

Варіант	Препарат, норма витрати, г/м ²		Чисельність імаго та личинок, екз./м ²						Зниження чисельності до початкової, %				
	препарат	д. р.	до обробки	після обробки, за					після обробки, за ч				
				12 год	3 доби	7 діб	14 діб	21 добу	12 год	3 доби	7 діб	14 діб	21 добу
1	Контроль		31,5	34,3	38,3	41,8	43,3	46,0					
2	Еталон Арріво, 25 % к. е., 0,8 г/м ²	циперметрин	38,5	6,3	4,3	3,0	2,3	3,8	83,8	88,9	92,2	94,2	90,3
3	Ципервіт 25 % к. е., 0,4 г/м ²	циперметрин	33,3	12,5	7,0	4,8	8,5	12,0	62,5	79,1	85,8	74,4	63,6
4	Ципервіт 25 % к. е., 0,6 г/м ²	циперметрин	37,3	7,8	5,0	3,3	2,3	3,0	79,3	86,6	91,3	93,9	91,9
5	Ципервіт, 25 % к. е., 0,8 г/м ²	циперметрин	36,0	3,5	1,8	1,3	0,5	2,0	90,3	95,2	96,6	98,7	94,4
НІР ₀₅			1,58										

Висновки

При сучасних умовах збереження зерна пшениці на елеваторах важливим є фітосанітарний моніторинг комірних видів комах. Високоєфективним є застосування нового препарату ципервіт, 25 % к.е. з нормою внесення 0,8 г/м² для зменшення шкідливого впливу комірного і рисового довгоносиків у зернохранилищах пшениці.

Література

1. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений, том 2 / Под ред. В.П. Васильева – 2-е изд. – Киев: Урожай, 1998. – С
2. Шевченко Н.Г., Гордієнко Т.П. Шкідники запасів зерна та контроль їх чисельності // Посібник Українського хлібороба, 2008. – С. 41-44.

УДК 663.12/14

ВПЛИВ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ ПОМЕЛІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СУСЛА

Швабюк О.В., асп., Паляниця Л.Я., канд. хім. наук, доц.,
Березовська Н.І., канд. хім. наук, доц., Косів Р.Б., канд. хім. наук, доц.,
Гродзіцька О.С., м.н.с., Піх З.Г., д-р хім. наук, професор
Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів

Проведено дослідження впливу кавітації на різні помели зерна (відповідно 40, 60, 80 та 100 % прохідності крізь сито з діаметром отворів 1 мм.), а також на реологічні та біохімічні властивості сусел, одержаних із цих помелів.

We research the influence of cavitation on different grindings of grain (accordingly 40, 60, 80 and 100 % way through a sieve with diameter of apertures 1 mm is carried out.) and also on rheological and biochemical properties of the mashes received from these grindings.

Ключові слова: кавітація, сусло, помел, крохмаль, гідроліз.

Сьогодні, в зв'язку із подорожчанням ресурсів та енергоносіїв усі галузі промисловості потребують нововведень для раціонального використання сировини та зменшення витрат на споживання енергії. Однією з таких енерго- та матеріалоемних є спиртова галузь. Значна кількість рослинної продукції, зокрема зерна, і відходів промислової переробки використовується для виробництва етилового спирту, основними споживачами якого є лікєро-горілані підприємства, а також медична, парфумерна, кондитерська, хімічна та паливна промисловості. Тому вдосконалення технології спирту дає вагомий економічний ефект у розвиток народного господарства країни.

На спиртових заводах України, що переробляють крохмалевмісну сировину, встановлені безперервно діючі апарати для подрібнення, водно-тепловій обробки й оцукрювання розвареної маси [1]. Усі безперервні способи переробки сировини в спирт потребують попереднього його подрібнення. Високодисперсні помели зерна мають не лише порушену структуру зерна, клітин і крохмальних зерен, але і деструктуровані полімери – крохмаль, білки, що дозволяє проводити їх водно-теплову обробку при температурах не вище 100 °С.

Саме тому перспективним для спиртової галузі є створення прогресивних технологій спирту з використанням дезінтеграторних, вібраційних, електромагнітних, кавітаційних та інших подрібнювачів з метою більш ефективного використання зернової сировини (збільшення її біоконверсії) й оцукрюючих матеріалів, а також зменшення витрат теплової енергії при зниженні температурних режимів її гідроферментативної обробки.

Виробництво спирту розпочинається з подрібнення зернової сировини. Це зумовлює збільшенням поверхні матеріалу і створюються передумови для інтенсифікації теплових, масообмінних і біохімічних процесів. Високодисперсні помели зерна одержують з використанням дезінтеграторів, шарових дробарок, корундових, струменевих та інших машин, мають не лише порушену структуру зерна, клітин і крохмальних зерен, але і механодеструктуровані полімери – крохмаль, білки, що дозволяє проводити їх водно-теплову обробку при температурах не вище 100 °С [2].

Значний вплив на процес подрібнення мають фізико-хімічні фактори. Так, шар рідини перешкоджає відновленню початкової будови тіла в разі зняття навантажень, що сприяє зменшенню опору під час руйнування. Цей ефект реалізується в процесі дроблення зерна з одночасним змочуванням його водою. Застосування для подрібнення інтенсивної механічної дії інколи спричиняють руйнування структури тіла і зміни фізико-механічних властивостей. Деструкція і механічна активація ряду харчових матеріалів сприяють інтенсифікації проведення подальших технологічних процесів [3].

Гранулометричний склад подрібненого зерна визначає надалі технологічні режими його гідроферментативної обробки та якісні показники одержаного сусла. Реологічні властивості сусла впливають як на якість розвареної маси, тобто наявність у ній низькомолекулярних декстринів, так і на енерговитрати під час перекачування цієї маси по комунікаціях [4]. В'язкі продукти перекачуються важче і зі значними затратами енергії. Вони значно повільніше зброджуються дріжджами до етилового спирту. Тому одержання виробничих субстратів з меншою в'язкістю сприяє підвищенню ефективності спиртового виробництва.

Робота продовжує цикл досліджень, присвячених вивченню проблем енергоощадних технологій харчової промисловості.

Мета роботи. Дослідження впливу кавітаційної обробки зернових помелів на реологічні показники сусла.

Результати експериментів та їх обговорення.

Об'єктами досліджень були: пшениця з такими показниками: миттєві домішки – 1%; крохмалистість – 64,06 %; вологість – 14 %. Вихідні помели мали прохід крізь сито діаметром 1 мм – $\approx$ 40 %, 60 %, 80 % та 100 %.

Водну суспензію різних помелів пшениці (40 %, 60 %, 80 % та 100 %) обробляли в диспергаторі УЗДН-2Т з магнітострикційним експоненційним випромінювачем. Надалі з неї готували заміс (1:3) та проводили гідроферментативну обробку. Розварювання та оцукрювання пшениці здійснювали за низькотемпературними режимами 86 °C і 50 °C відповідно, використовуючи такі ферментні препарати – Termamyl SC (джерело α -амілази) і San Super 240L (джерело глюкоамілази). Одержане сусла аналізували за відповідними методиками [5], визначаючи в'язкість грубо-фільтрованого сусла, рН, кислотність, вміст сухих речовин у тонкому фільтраті. Як контроль використовували помел пшениці із різною прохідністю (40, 60, 80 та 100) % крізь сито з діаметром отворів 1 мм.

Реологічні властивості сусла визначаються його в'язкістю, яка, крім цього, свідчить про ефективність протікання гідролізу крохмалю. Адже лише після руйнування макромолекул крохмалю і утворення низькомолекулярних декстринів в'язкість субстратів зменшується. Важливим чинником впливу є також вміст сухих речовин у суслі.

Результати досліджень показали, що із збільшенням дисперсності помелу спостерігається зменшення в'язкості сусла (табл. 1) в контрольних зразках.

Таблиця 1 – Реологічні показники сусла контрольних зразків залежно від дисперсності помелу пшениці

Прохідність крізь сито, %	Вміст сухих речовин, %	В'язкість, Па*с
40%	20,2	$8,45 \cdot 10^{-3}$
60%	20,4	$8,03 \cdot 10^{-3}$
80%	20,2	$6,50 \cdot 10^{-3}$
100%	20,2	$5,19 \cdot 10^{-3}$

Далі готували заміси з ідентичних помелів зерна та перед розварюванням обробляли УЗ коливаннями. Залежність в'язкості від дисперсності зернових помелів та ультразвукової обробки суспензій, одержаних з цих помелів, представлена на рис. 1. Після кавітаційної обробки водних суспензій пшеничних помелів зменшилась в'язкість як зі збільшенням дисперсності помелів, так в порівнянні з контрольними зразками, дисперсність помелів яких була однаковою. Варто зазначити, що кавітаційна обробка високодисперсних суспензій практично не впливає на реологічні властивості сусла. Відчутним є вплив кавітації на помели пшениці з прохідністю крізь отвори з діаметром 1 мм (40 і 60) %. Найкраще він проявляється у зразку з 40 % прохідністю.

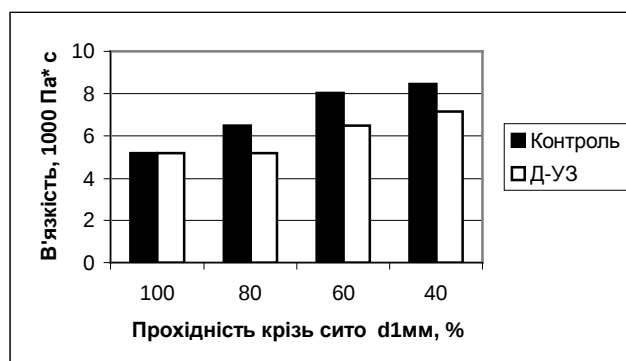


Рис. 1 – Залежність в'язкості сусла від дисперсності зернових помелів та ультразвукової обробки суспензій, одержаних з цих помелів

Результати впливу кавітаційної обробки на вміст сухих речовин представлено на рис. 2-5.

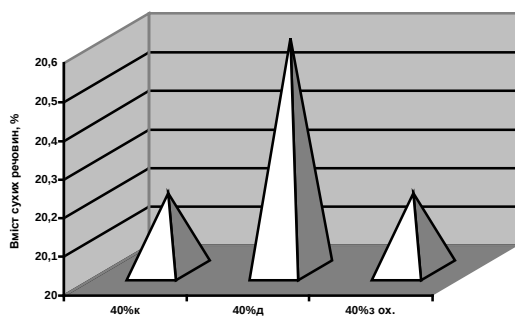


Рис. 2 – Вплив ультразвукової обробки суспензій пшеничних помелів при прохідності 40 % на вміст сухих речовин у суслі

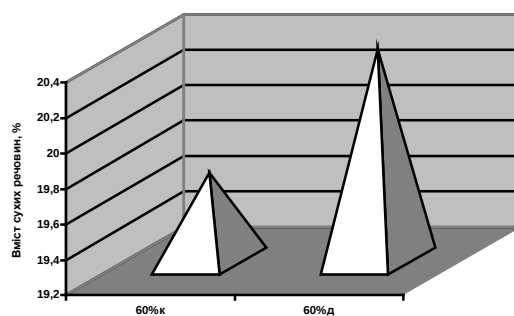


Рис. 3 – Вплив ультразвукової обробки суспензій пшеничних помелів при прохідності 60 % на вміст сухих речовин у суслі

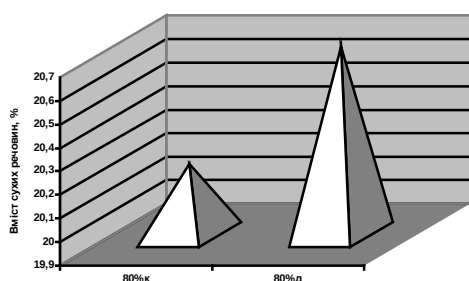


Рис. 4 – Вплив ультразвукової обробки суспензій пшеничних помелів при прохідності 80 % на вміст сухих речовин у суслі

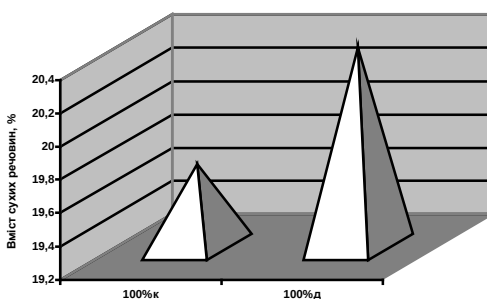


Рис. 5 – Вплив ультразвукової обробки суспензій пшеничних помелів при прохідності 100 % на вміст сухих речовин у суслі

У трьох варіантах (40,80,100 %) пшеничних помелів з кавітаційною обробкою вміст сухих речовин був більшим, ніж у контрольних. Це можна пояснити позитивним впливом кавітації на подрібнення крохмальних зерен, а також на деполімеризацію крохмалю до низькомолекулярних продуктів.

Оскільки реологічні властивості сусла можуть свідчити і про ефективність гідролізу крохмалю до низькомолекулярних речовин, то під час розварювання кожні 10 хв відбиралась йодна проба для контролю даного процесу. Було виявлено, що у (80 та 100) % помелі кількість речовин, які не забарвлюються йодом, збільшувалась швидше, ніж в інших помелах. Це свідчить про позитивний ефект ультразвукової обробки водних суспензій пшеничних помелів на реологічні властивості сусла.

Аналізуючи одержані результати, можна зробити висновок, що збільшення виходу спирту при зброджуванні сусла, збагаченого продуктами протеолізу білків, зумовлюється підвищенням ступеня біоконверсії вуглеводів до етанолу.

Висновки. Встановлено, що кавітаційна обробка зернових замісів покращує реологічні властивості сусла, що зменшує затрати на перекачування малорухомих середовищ. На основі результатів експериментальних досліджень та теоретичних узагальнень запропоновано використання у спиртовому виробництві ультразвукової кавітації для одержання вискодисперсних помелів, які забезпечують ефективний гідроліз крохмалю зернових куль.

Література

1. Маринченко В.О., Домарецький В.А., Швець В.М., Циганков П.С. Технологія спирту / Під ред. Маринченка В.О. - В.: Поділля - 2003, - 496 с.
2. Технология спирта / Под ред. В.Л. Яровенко. - М.: Колос, 1996. - 464 с.

3. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. Проф. І.Ф.Манежика. – К.:НУХТ, 2003. – С. 363.
4. Востриков С.В., Яковлев А.Н., Бушин М.А., Солонинов Д.А. Факторы, влияющие на вязкость пшеничных замесов // Производство спирта и ликероводочных изделий, 2006. – №1. – С. 32-33.
5. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Химико-технологический контроль спиртового и ликероводочного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 440 с.

УДК 621.774.35.016

НОВІ СКЛАДИ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН, ПТИЦІ ТА РИБИ

¹Глух І.С., канд. тех. наук, ²Школа О.І., канд. тех. наук, ²Ключкова В.С., ³Шульга С.М.,
канд. фіз.-мат. наук, ¹Гаманухо В.І., канд. тех. наук, ⁴Микитюк В.Ю., канд. с.-госп. наук

¹ТОВ Науково-виробничий центр “Дніпротехнології”, м. Дніпропетровськ,

²Державний вищий навчальний заклад “Український державний хіміко-технологічний університет”,

³Інститут харчової біотехнології та ґноміки НАН України, м. Київ,

⁴Державний аграрний університет, м. Дніпропетровськ

Досліджено використання в складі комбікормів для сільськогосподарських тварин, птиці та риби препарату „Лецитин”, який дозволяє підтримувати функціонування клітин, сприяє координації імунної відповіді.

Використання лецитину в складі комбікормів для годівлі сільськогосподарських тварин посилює анаболічні процеси в організмі внаслідок забезпечення його тканинами складових лецитину для енергетичних і структурних потреб, покращує вуглеводний і ліпідний обміни, забезпечує високу імунобіологічну реактивність і резистентність організму і зумовлює підвищення приростів живої маси.

Встановлено, що добавка лецитину до комбікорму для курей несучок підвищує яйценоскість, а досліді, що були проведені в Інституті рибного господарства УААН дозволили рекомендувати застосування кормової добавки „Лецитин” в рибному господарстві.

The use of the preparation „Lecithin” in composition of the mixed fodders for agricultural animals, birds and fish is explored that allows to support functioning of cells, is instrumental in co-ordination of immune answer.

The use of lecithin in composition of the mixed fodders for feeding of agricultural animals strengthens anabolic processes in the organism as a result of providing of its fabrics of lecithin constituents for power and structural necessities, improves carbohydrate and lipidic exchanges, provides high immunobiological reactivity and resistance of the organism and predetermines the increase of living mass increases.

It is set that the addition of lecithin to the mixed fodder for the laying hens promotes egg-laying qualities, and experiments which were conducted in the Institute of fish economy of UAAN allowed to recommend application of forage addition „Lecithin” in the fish economy.

Ключові слова: Комбікорм, тваринництво, лецитин, плодовитість, яйценосність, риби.

Продуктивність тварин залежить від видових і породних особливостей, а прояв їх генетичного потенціалу значною мірою обумовлений середовищем, в якому відбувається їх ембріональний і постнатальний розвиток.

Інтенсифікація тваринництва і необхідність підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин неможлива без забезпечення потреби у біологічно активних речовинах, які сприяють життєздатності, резистентності і адаптаційної здатності та зростанню функціональної активності імунної системи у тварин.

Тому пошук і впровадження у практику препаратів, які підтримують цілісність та належне функціонування клітин, сприяють координації імунної відповіді і є одним з основних завдань ветеринарної медицини.

Лецитин – ТУ У 15.7-03598943-014:2007 – є екологічно чистий натуральний продукт, який містить в % – фосфатидів – не менше 96,5, жиру – не більше 2,0.

Найбільш цінна ліпідна частина сухого лецитину-фосфатиди (фосфоліпіди), до складу яких входять, в %: фосфатидилхолін (26,8-28,2), фосфатидилетаноламін (24,3-25,2), фосфатидилінозитол (14,2-15,0) та

інші, в жирнокислотному складі переважає ліолева кислота (60-62). Фосфоліпіди є необхідними компонентами всіх без винятку клітин. З ними пов'язані важливі функції біомембран: бар'єрно-транспортна, ферментативна і біологічна.

Використання лецитину в складі комбікормів для годівлі сільськогосподарських тварин посилює анаболічні процеси в організмі внаслідок забезпечення його тканинами складових лецитину для енергетичних і структурних потреб. Вони забезпечують тканини енергією, покращують вуглеводний і ліпідний обміни, забезпечують високу імунобіологічну реактивність і резистентність організму і зумовлюють підвищення приростів живої маси.

При застосуванні лецитину у відгодівлі свиней середньодобовий приріст живої маси при всіх рівних умовах утримання і годівлі складає: при вирощуванні ремонтного молодняка 625 г, що на 111 г більше, ніж у тварин, які одержували господарський раціон і в період відгодівлі він становив 689 г, що на 141 г більше [1].

При цьому покращується якість свинини, також виявлено більш високу стабільність при зберіганні її в замороженому вигляді.

Застосування лецитину в годівлі поросних свиноматок використано для оптимізації репродуктивної ефективності.

Так, при цьому плодитість вища на 5,8 %, маса гнізда при народженні – на 9,8 %, маса поросят при відлученні – на 6,1% і середньодобові прирости поросят, які одержували молоко від свиноматок, яким згодовували лецитин вище на 6,8 % в порівнянні з тваринами, які утримувались на господарському раціоні.

Згідно даних Chtrlan G(2001) підвищення в раціоні курей-несучок вмісту ліолевої кислоти приводить до збільшення вмісту ліолевої кислоти в жовтку яєць, що позитивно впливає на їх якість, розвиток ембріона і життєздатність курчат [2].

Для вирішення цієї задачі були проведені дослідження по короткочасній та подовжній годівлі племінних курей-несучок з додатком біохімічних, фізіологічних, генетичних та ін. методів.

Деякі результати досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні зоотехнічні показники курей

Кількість лецитину, %	Яйценосність, на середню несучку, шт.	Схоронність	Середня маса яєць, г	Витрата кормів, кг/10 шт. яєць	Виводимість яєць, %
Вихідне	116,7	93,3	56,9	1,61	92,1
1, 5	117,6	96,7	56,2	1,60	95,0
3, 0	116,6	91,7	57,0	1,62	95,4
4,5	112,7	96,7	57,0	1,67	89,0
Вихідне + 1,5 %	123,5	95,0	55,9	1,52	95,1

Встановлено, що добавка лецитину до комбікорму кількістю 1,5-3,0 % від маси корму підвищила яйценосність при відсутності протипоказань за останніми зоотехнічними показниками.

Отже, застосування лецитину в тваринництві сприяє одержанню продукції із високими біологічними якостями, підвищенню ефективності окремих галузей.

Також були проведені досліді в Інституті рибного господарства УААН, низці рибних господарств України, які свідчать про незаперечний позитивний ефекти їх використання у харчуванні тварин в тому числі риб. Вивчення впливу препарату „Лецитин” на результати вирощування різновікових груп коропа, канального сома, форелі та бестера були проведені у Придніпровському тепловодному рибному господарстві Дніпропетровської області та низці форелевих господарств Західних областей України. Результати дослідів узагальнені в таблицях 2 та 3.

Результати дослідів показали, що введення препарату „Лецитин” до раціону личинок різних видів риб, що вирощуються в контрольних умовах аквакультури, підвищує кінцеву масу молоді на (16-18) % та збільшує її вихід на (16-40) % від посадженої на вирощування.

При вирощуванні протягом 6 місяців дворічок канального сому із введенням до їх раціону (0,5-0,7) % препарату „Лецитин”, кінцева маса риб у досліді була на 19,1 %, а вихід – на 10,7 % більше, ніж у контролі. У коропа різниця в значенні цих показників складала (12,0-8,7) %, у форелі – (8,3 і 6,3) % у бестера – (11,6 та 12,2) % відповідно.

Результати гістологічного аналізу печінки риб з контрольних та дослідних варіантів показали, що вони значно відрізнялись як за структурою гепатоцитів, так і за кількістю жирових включень. Структура тканин печінки риб, що вирощувались у досліді, наближалися при цьому до структури печінки риб, що вирощувалася в природних умовах на природних кормах. Досліді, що були проведені, дозволили реко-

мендувати використання препарату „Лецитин”. (Постанова по застосуванню кормової добавки „Лецитин” в рибицтві. Розглянуто і схвалено Вченою радою ІРХ УАНН, протокол №3 від 14.03.2208р.).

Таблиця 2 – Рибоводно-біологічні результати вирощування личинок риб

Показники	Початкові	Кінцеві		% по відношенню до контролю
		Контроль	Дослід	
Канальний сом				
Щільність посадки, екз/м ³	10000	6200	7800	
Маса, мг	45,0±2,5	545±21	637±12	116,9
Вихід із вирощування, %		62	78	125,8
Короп				
Щільність посадки, екз/м ³	10000	6800	7900	
Маса, мг	36,0±11,2	288±65	354±34	122,9
Вихід із вирощування, %		68	79	116,2
Форель				
Щільність посадки, екз/м ³	1000	514	726	
Маса, мг	84,0±3,8	265±36	354±34	118,5
Вихід із вирощування, %		51,4	72,6	141,2

Таблиця 3 – Рибоводно-біологічні результати вирощування дворічок риб

Показники	Початкові	Кінцеві		% по відношенню до контролю
		Контроль	Дослід	
Канальний сом				
Щільність посадки, екз/м ³	150	122	135	
Маса, мг	31,0±2,8	325±24	387±14	119,1
Вихід із вирощування, %		81,3	90,0	110,7
Короп				
Щільність посадки, екз/м ³	120	103	112	
Маса, мг	26,0±8,2	266±12	298±14	112,0
Вихід із вирощування, %		85,8	93,3	108,7
Форель				
Щільність посадки, екз/м ³	100	79	84	
Маса, мг	24,0±3,8	108±18	117±2	108,3
Вихід із вирощування, %		79,0	84,0	106,3
Бестер				
Щільність посадки, екз/м ³	50	41	46	
Маса, мг	5,5±0,8	33,2±4,6	38,6±2,6	116,3
Вихід із вирощування, %		82,0	92,0	112,2

Висновки

1. Встановлено, що використання лецитину в складі комбікормів для годівлі сільськогосподарських тварин посилює анаболічні процеси в організмі внаслідок забезпечення його тканинами складових лецитину для енергетичних і структурних потреб.

2. Досліджено, що при добавці лецитину у відгодівлі свиней середньодобовий приріст живої маси при всіх рівних умовах значно більший, ніж у тварин, які одержували господарський раціон.

3. Встановлено, що добавка „Лецитин” до комбікорму курей-несучок кількістю (1,5-3,0) % від маси корму підвищила яйценосність при відсутності протипоказань за іншими зоотехнічними показниками.

4. Досліджено, що введення препарату „Лецитин” до раціону личинок різних видів риб підвищує кінцеву масу молоді на (16-18) % та збільшує її вихід на (16-40) % від посаженої на вирощування.

Література

1. Пат. 35928 Україна, МКП А23К1/14. Спосіб годівлі порослих свиноматок з використанням сухого лецитину; Заявл.29.04.08.; Опубл.10.10.08; Бюл.№19.
2. Пат.34328 Україна, МКП А23К1/14. Склад комбікорму для годівлі курчат-бройлерів у фінішний період з використанням сухого лецитину; Заявл.22.02.08;Опубл.11.08.08; Бюл.№15

УДК 636.085.55: [633.1+635.85] :639.34

ВПЛИВ ВАРІАНТА ПІДГОТОВКИ ЗЕРНОБОБОВОЇ СИРОВИНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ

Сгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Кочетова А.О., канд. техн. наук, доцент,
Восцька О.Є., канд. техн. наук, доцент, Решта С.П., канд. техн. наук, доцент, Журбенко В.І.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто 8 варіантів підготовки зернобобової сировини, що входить до рецепту комбікорму для рослиноїдних акваріумних риб і можливість використання рослинних пігментів у вигляді спиртових розчинів для посилення фарбування зернових і бобових культур. Установлено, що екструдювання кожної культури окремо забезпечує підвищення коефіцієнта розширення, зниження об'ємної маси, задовільні технологічні властивості суміші здрібненого екструдата.

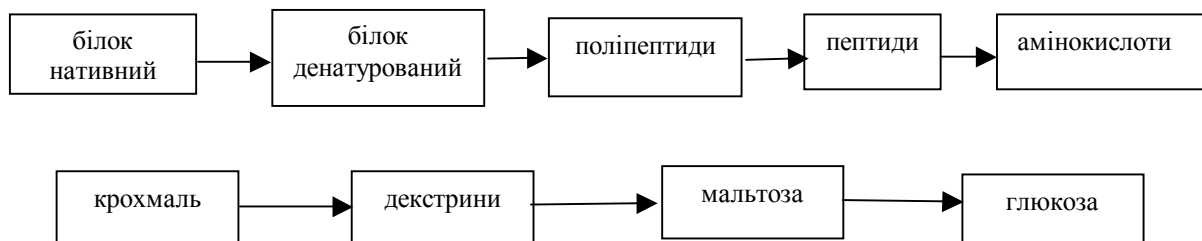
8 variants of preparation of the leguminous raw materials which are a part of the recipe of mixed fodder for aquarian fishes and possibility of use of vegetative dyes in the form of 3 %-s' spirit solutions for strengthening of colouring of grain and bean cultures are considered. It is established, that extrusion with each of cultures separately provides increase of factor of expansion, decrease in volume weight, satisfactory technological properties of a product.

Ключові слова: зернові и бобові культури, спосіб підготовки, екструдювання, показники ефективності.

Аналіз складу вітчизняних і закордонних рецептів комбікормів для акваріумних риб свідчить, що при виробництві продукції обов'язковими компонентами є екструдовані кукурудза, пшениця, горох, рапс, соя, ячмінь, овес, тощо, що обумовлено особливостями фізіології травлення молодняка, складністю структури зерна і його хімічного складу, технологічними особливостями виробництва комбікормів для акваріумних рибок [1, 2, 3].

У том виді, у якому перебувають білки, жири й вуглеводи в окремих кормових засобах, вони не можуть вільно проходити через стінки травного каналу й всмоктуватися в кров. Попередньо ці складні біополімери повинні бути розщеплені на більш прості з'єднання, а потім у печінці й інших органах ці з'єднання переводяться в більш складні, з яких будується тіло риби й ін., при цьому частина складних речовин, що утворилися, звільняється у вигляді енергії, що витрачається на фізіологічні процеси й рухову здатність риби.

Перетворення складних біополімерів, як у травному тракті, так і в не його відбувається за наступною схемою:



Відомо, що по мірі просування по ланцюжку організм тварини витрачає менше енергії на перетравлювання.

Варто врахувати, що глобулярні білки в нативному стані стійкі до дії протеолітичних ферментів, через відсутність у цих білках вільних груп, на які б вони могли впливати. При кислотному гідролізі білка в трав-

ному тракті відбувається його кислотна денатурація, у ході якої глобулярна структура білка розвертається у фібрилярну, і відкриваються (розгортаються) пептидні ланцюги й групи, що стають доступними для зв'язування з ферментами. Аналогічна картина відбувається й при температурному впливі на білок.

Не менш важливим джерелом енергії для організму акваріумних риб є й крохмаль. У зернових культурах зерна крохмалю мають ділянки із кристалічною структурою, які дуже стійкі до руйнування. У природному стані крохмаль не розчиняється в холодній воді але, адсорбує певну її кількість і помітно набухає. При підвищенні температури водневі зв'язки розпадаються. Більше дисоційовані молекули води при більш високому рівні енергії здатні проникати в ослаблену структуру крохмалю й поступово гідратувати численні гідроксильні групи крохмальної молекули.

Перетравлювання крохмалю починається саме так. І лише після того, як у результаті гідрування крохмальне зерно руйнується й утворюється гель, починається ферментативне розщеплення крохмалю через стадії декстринів, мальтози й глюкози. Процес цей тривалий і вимагає значних витрат енергії.

У процесі екструдуювання при певних режимах тиску й температури, а також деформативних навантажень, створюються умови для так званої “сухої желатинізації” крохмалю. Ще більш глибокі зміни відбуваються в процесі безпосереднього виходу продукту з машини. Вода зі стану перегрітої рідини миттєво перетворюється в пару, руйнуючи при цьому молекули амілози й амілопектину до декстринів різної складності та цукрів [4].

Таким чином, крім того, що процес екструдуювання сприяє підвищенню ефективності перетравлювання корму та економії енергії на процес травлення, йому властивий ще ряд інших переваг, а саме: зниження вмісту антипоживних і токсичних речовин у кормі (соя, горох, рапс та ін.), покращення смакових якостей та санітарного стану готової продукції за рахунок руйнування бактеріальної й грибної мікрофлори [5, 6, 7].

Однак, процес екструдуювання зернобобових культур та їх сумішей недостатньо досліджено. На даний час затверджені вимоги до якості екструдованої сировини (ТУ В 4624.002-96), але не обґрунтовані і відсутні режими підготовки та екструдуювання зернових, бобових культур та їх сумішей.

У цьому зв'язку, мета роботи полягала у розробці способу підготовки зернобобових культур (ЗБК) при виробництві комбікормів для акваріумних риб.

Для вирішення поставленої мети були проаналізовані наступні способи підготовки зернобобових культур:

- екструдуювання кожної культури окремо;
- екструдуювання зернових і бобових культур у вигляді суміші цілого зерна відповідно до рецепта;
- екструдуювання попередньо здрібненої суміші зернобобових культур;
- екструдуювання суміші цілого зерна зернобобових культур, попередньо зволоженої на 3 %;
- екструдуювання суміші цілого зерна зернових культур з введенням 3 %-го спиртового розчину рослинного барвника червоного кольору для посилення забарвлення;
- екструдуювання цілої суміші бобових культур з введенням 3 %-го спиртового розчину рослинного барвника жовтого кольору для посилення забарвлення;
- екструдуювання цілої суміші зернових культур вихідної вологості;
- екструдуювання цілої суміші бобових культур вихідної вологості.

Здрібнення зернових, бобових культур та їх сумішей проводили на молотковій дробарці, в якій встановлювали сито з отворами $\varnothing$ 3 мм.

Екструдуювання проводили на прес-екструдері марки ЕЗ-150, обладнаному комп'ютером і приладом для реєстрації температури продукту на виході та сили струму через кожні 0,2 с. В процесі екструдуювання температура продукту на виході із екструдера складала (112...120 °C), сила струму – (8,4...22,2 А).

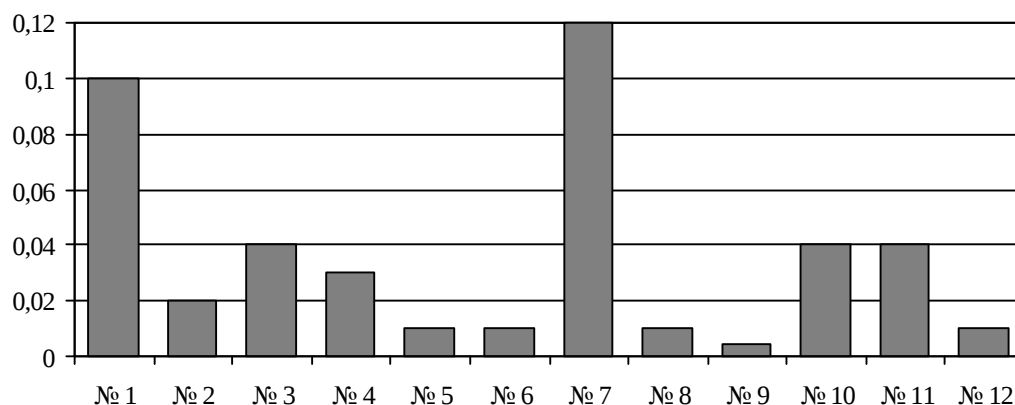
У зв'язку з тим, що на ефективність споживання комбікормів акваріумними рибками впливає колір корму, до суміші цілого зерна зернових культур додавали 3 % спиртового розчину буряка (червоне забарвлення), а до суміші бобових культур – 3 % спиртового розчину куркуми (жовте забарвлення).

Ефективність процесу екструдуювання оцінювали по комплексу кількісно-якісних показників. В процесі екструдуювання визначали продуктивність екструдера, питомі витрати електроенергії, коефіцієнт розширення. Технологічні показники здрібненого екструдата після його охолодження визначали за кутом природного укусу, об'ємній масі, сипкості, крупності розмелу. Всі визначення проводили за стандартними методиками.

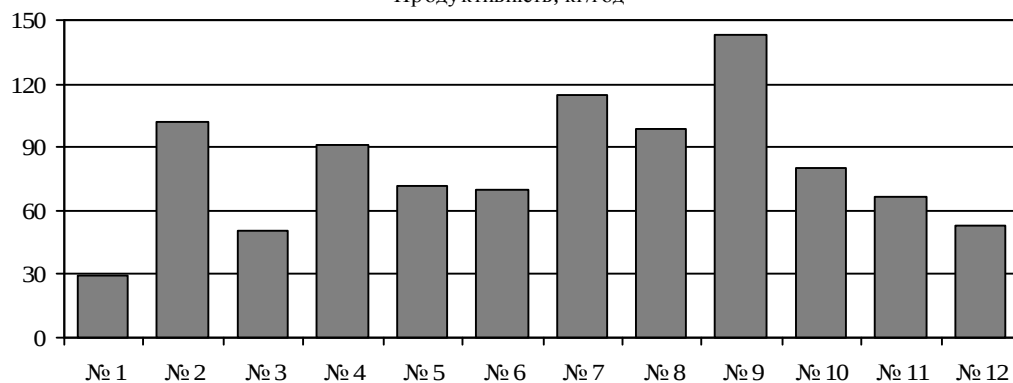
Коефіцієнт розширення визначали як відношення маси однакових об'ємів подрібненого зерна до і після екструдуювання.

На діаграмі (рис. 1) показана динаміка зміни кількісно-якісних показників, що характеризують ефективність процесу екструдуювання ЗБК, а у табл.1 представлені результати дослідження різних способів підготовки ЗБК до екструдуювання. З аналізу рис. 1 можна відмітити, що при встановленому режимі роботи екструдера ефективність процесу обумовлюється прийнятим варіантом підготовки ЗБК до екструдуювання.

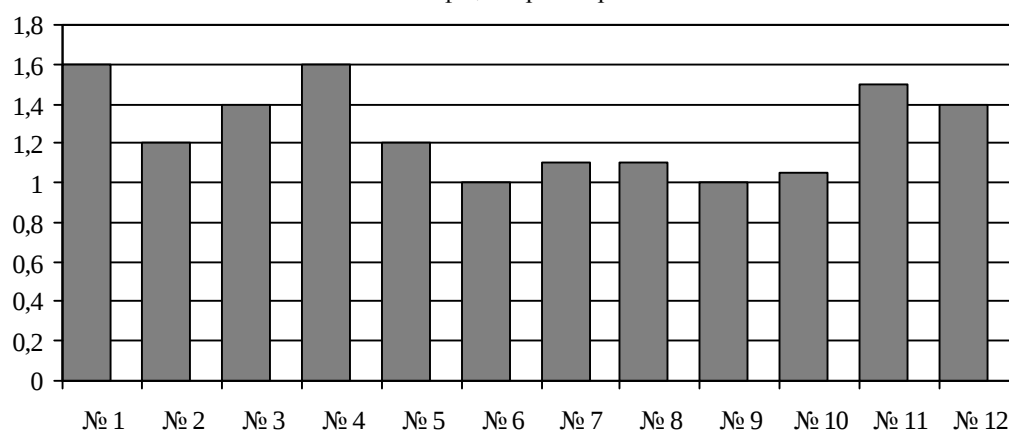
Питомі витрати електроенергії, кВт/год/кг



Продуктивність, кг/год



Коефіцієнт розширення



№ 1 – кукурудза; № 2 – ячмінь; № 3 – пшениця, № 4 – горох; № 5 – соя; № 6 – суміш цілого зерна ЗБК; № 7 – здрібнена суміш ЗБК; № 8 – здрібнена суміш ЗБК, попередньо зволожена на 3 %; № 9 – суміш цілого зерна зернових культур з барвником; № 10 – суміш цілого зерна зернових культур без барвника; № 11 – суміш цілого зерна бобових культур з барвником; № 12 – суміш цілого зерна бобових культур без барвника

Рис. 1 – Динаміка зміни кількісно-якісних показників екструзування ЗБК

Таблиця 1– Вплив варіантів підготовки ЗБК до екструдювання на ефективність процесу

№ зразка	Спосіб екструдювання	Масова частка воло- ги, %		Фізико–механічні властивості									
		до екстр-ня	після екстр-ня	кут природного укусу, град.		зміни, %	сипкість, см/с		зміни, %	об'ємна маса, кг/м³		зміни, %	
				до екстр-ня	після екстр-ня		до екстр-ня	після екстр-ня		до екстр-ня	після екстр-ня		
Вплив способу екструдювання ЗБК (варіант 1)													
1	кукурудза	17,2	13,6	27	50	+85	13,2	2,3	-82,6	746	412	-45,0	
2	ячмінь	11,2	5,8	35	48	+37	16,3	3,0	-81,6	735	450	-39,0	
3	пшениця	13,6	7,4	20	38	+90	19,0	13,8	-27,4	743	560	-25,0	
4	горох	11,8	5,0	25	50	+100	12,0	4,5	-62,5	822	508	-39,0	
5	соєа	13,3	6,6	27	45	+67	13,5	8,0	-40,7	700	608	-13,0	
6	суміш цілого зерна ЗБК	13,8	7,2	25	40	+60	13,0	4,6	-65,0	782	602	-23,3	
Вплив масової частки вологи і розміру частинок (варіант 2)													
7	здрібнена суміш ЗБК	13,8	7,6	35	45	+29	7,6	4,6	-39,5	658	659	+0,2	
8	здрібнена суміш ЗБК, попере- дньо зволожена на 3 %	16,2	12,2	50	53	+6	4,0	6,3	+57,5	655	659	+0,6	
Вплив попереднього зволоження спиртовими розчинами барвників (варіант 3)													
9	суміш цілого зерна зернових культур з барвником	17,4	10,4	35	40	+14,0	6,0	9,5	+58,3	699	660	-5,6	
10	суміш цілого зерна зернових культур без барвника	11,4	10,4	26	45	+73,0	16,2	2,4	-83,0	741	560	-24,0	
11	суміш цілого зерна бобових культур з барвником	12,4	9,6	30	45	+50,0	8,3	7,9	-4,8	740	601	-19,0	
12	суміш цілого зерна бобових культур без барвника	10,6	10,3	26	40	+53,0	12,8	8,1	-37,0	761	500	-34,0	

Найбільша продуктивність (143 кг/год) визначена при екструдванні суміші цілого зерна зернових культур із забарвленням спиртовим розчином буряка, а найменша (58,2 кг/год) – при екструдванні суміші бобових культур без забарвлення. Попереднє подрібнення ЗБК перед екструдванням забезпечує продуктивність на рівні 115 кг/год.

Питомі витрати електроенергії на екструдвання коливаються від 0,004 кВт·год/кг (суміш зернових культур з барвником) до 0,12 кВт·год/кг при екструдванні подрібненої суміші ЗБК. Розрахункова суміш роздільного екструдвання зернових та бобових культур як з барвником так і без нього вимагають питомих витрат на процес у межах 0,03 кВт·год/кг.

З метою отримання в процесі екструдвання найменших втрат амінокислот, вітамінів, ферментів застосовані низькі температури на виході продукту з екструдера. Це вплинуло на значення коефіцієнта розширення, який був невисоким і коливався у межах від 1,0 (суміш цілого зерна ЗБК) до 1,5 (суміш цілого зерна бобових культур з барвником).

У табл. 2 представлена порівняльна оцінка впливу варіантів підготовки ЗБК та технологічні показники якості подрібнених екструдатів. Для порівняльної оцінки ефективності всіх досліджених варіантів екструдвання між собою визначали розрахункові показники ефективності суміші роздільного екструдвання ЗБК, роздільного екструдвання зернових і бобових культур без барвника та з барвником. Ці показники визначали за принципом розрахунку середньозважених з урахуванням відсоткового співвідношення компонентів згідно рецепту.

Таблиця 2 – Технологічні показники якості подрібнених екструдатів

Зразки	Масова частка вологи, %	Об'ємна маса, кг/м ³	Кут природного укусу, град	Сипкість, см/с	Середній розмір частинок, мм	Вирівнюваність, %
Розрахункова суміш роздільного екструдвання ЗБК	8,9	464	45	7,1	0,74	63,0
Суміш цілого зерна ЗБК	7,2	602	40	4,6	0,80	60,9
Здрібнена суміш ЗБК	7,6	659	45	4,6	0,90	68,2
Здрібнена суміш ЗБК, попередньо зволожена на 3 %	12,2	659	55	6,3	0,9	54,0
Суміш цілого зерна зернових культур без барвника	10,4	560	45	2,4	0,73	49,5
Суміш цілого зерна бобових культур без барвника	10,3	500	40	8,1	0,75	62,9
Розрахункова суміш роздільного екструдвання ЗБК без барвника	10,4	540	43	4,4	0,74	54,0
Суміш цілого зерна зернових культур з барвником	10,4	660	40	9,5	0,9	49,5
Суміш цілого зерна бобових культур з барвником	9,6	601	45	7,9	0,8	62,8
Розрахункова суміш роздільного екструдвання ЗБК з барвником	10	640	42	9	0,84	53,9

Аналіз табл. 1 і табл. 2 свідчить, що екструдвання ЗБК за різними варіантами впливає не тільки на ефективність процесу, але і в значній мірі впливає на такі технологічні показники якості, як масова частка вологи, об'ємна маса, кут природного укусу, сипкість, середній розмір частинок, вирівнюваність продуктів розмелу екструдату. Масова частка вологи в усіх досліджених зразках екструдату коливалась від (7,2 до 10,4 %), що забезпечувало задовільні технологічні показники якості. Найнижча об'ємна маса (464 кг/м³) відмічена роздільному екструдванню кожної ЗБК окремо, а найвища (659...660 кг/м³) попередньо зволоженої здрібненої суміші ЗБК і суміші цілого зерна зернових культур з барвником. Середній розмір здрібненого екструдату коливається від 0,73 до 0,9 мм – найменший при екструдванні суміші цілого зерна зернових культур без барвника, а найбільший – при екструдванні здрібненої суміші ЗБК, попередньо зволоженої суміші та суміші цілого зерна зернових культур з барвником.

Вирівнюваність здрібнених екструдатів коливається в більш широких межах від 49,5 до 68,2 %. У суміші цілого зерна зернових культур без барвника та з барвником найнижча вирівнюваність (49,5 %), сама висока (68,2 %) – у здрібненої суміші ЗБК.

Таким чином, на підставі аналізу результатів дослідів можна зробити наступні висновки:

1. Найбільш доцільним варіантом підготовки ЗБК є роздільне екструдування кожної культури з наступним їх дозуванням та змішуванням після попереднього подрібнення, яке забезпечує підвищення коефіцієнта розширення, зниження об'ємної маси та задовільних технологічних властивостей здрібненого екструдату.

2. Забарвлення комбікорму для акваріумних риб доцільно проводити на заключному етапі виробництва.

Література

1. Даунхем. Э. Пищевые красители нового тысячелетия// Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2001. – № 1. – С. 5–20.
2. Саранчук А.А. Комбикорма для аквариумных рыб // Хранение и переработка зерна – 2004. – № 3. – С. 36–57.
3. Вершинина Т.А., Полонский В.Д. Питание и корма аквариумных рыб. – М.: Аквариум, 1999. – 142 с.
4. Справочник по кормам и кормовым добавкам /Г.А. Богданов, А.И. Зверев, Л.С. Прокопенко, О.Е. Привалов/ Под ред. Г.А. Богданова. – К.: Урожай, 1984. – 248 с.
5. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование /Под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
6. Юрьев В.П., Карпов В.Г. Продукты пористой макроструктуры, полученные непрямым экспандированием крахмалсодержащего сырья – следующий шаг в экструзионной технологии.//Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 1.– С.18–23.
7. Михайлов С. Аквариум. Практические советы. – М.: Аквариум, 2007. – 62 с.

УДК [633.853.494:581.48]-021.4

СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ

Гаро В.Є., канд. техн. наук, доцент, Данилова О.І., канд. хім. наук, ст. наук. співр.,
Одеська національна академія харчових технологій,
Карпюк Ю.М., канд. біол. наук, директор ТОВ „ProControl”

Здійснено оцінку споживчих властивостей товарних партій ріпаку, вирощеного в Україні в період з 2005 по 2009 рр. Визначено основні показники якості насіння ріпаку, склад домішок, структурно-механічні властивості, хімічний склад, у тому числі кількість ерукової кислоти і глюкозинолатів. З'ясовано, що за основними показниками партії відповідають основним вимогам харчових сортів канולי.

Assessed consumer characteristics of commodity shipments of rape which grown in the Ukraine during the period from 20057 to 2009. Determined the main indicators of the quality of rapeseed, the composition of impurities, structural and mechanical properties, chemical composition, including the quantity of erucic acid and glucosinolats. It is found that on the main indicators of rape shipments correspond to the basic requirements of food grade canola.

Ключові слова: ріпак, споживчі властивості, якість.

Ріпак є однією із найбільш продуктивних олійних культур у світовому сільському господарстві. Він є одним з найважливіших джерел рослинної олії. Зазвичай олія рослин сімейства Хрестоцвітних (капустяних) (Cruciferae (Brassicaceae)) містить, на відміну від інших жирів, значну кількість (до (50 – 80 %) від кількості олії) ерукової (цис-13-докозаєнової, 22 : 1) кислоти, що має формулу: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$. Останнім часом в Україні вирощують ріпак яровий (*Brassica napus* var. *oleifera*) та ріпак озимий (*Brassica napus* var. *napus*). Усього на 2000 р. в Україні для впровадження в сільськогосподарське виробництво до реєстру сортів внесено 18 сортів озимого і 16 сортів ярого ріпаку. Серед них Галицький, Світоч, Горизонт, Света, Аріон та ін., які відзначаються підвищеною врожайністю (35–45 ц/га), високим виходом олії (42–45 %), значним вмістом білка [1]. Необхідно відмітити, що вміст жирів в озимому ріпаку складає (40 – 50 %), а в яровому – (35 - 47 %) [2,3]. Виробництво насіння ріпаку у 2008/2009 маркетинговому році (МР) в Україні склало 2,3 млн. т. Середня урожайність озимого ріпаку в Південному регіоні у 2009 році склала 15 ц/га. Прогноз виробництва на 2009/2010 МР складає 1,9 млн. т.

Селекція ріпаку на якість – яскравий приклад спрямованого формування жирнокислотного складу відповідно до концепції харчування. У свій час був установлений ризик виникнення серцевих захворю-

вань при вживанні сортів ріпаку, що містять у олії (40 - 50 %) від загальної маси ерукової кислоти [1-4]. Методами традиційної селекції були створені так звані двонувові сорти ріпаку, насіння яких містить менше 2 % ерукової кислоти, а шрот – менше 30 мкмоль/г глюкозинолатів. Олія, отримана з такого насіння, придатна на харчові цілі, а шроти і жом без обмежень можна використовувати як корм.

Метою роботи є моніторинг якості товарних партій ріпаку, які потрапляють на перевізні комплекси портів Одеського регіону для вдосконалення технології їх переробки, зберігання й відвантаження.

Насіння ріпаку розділяють на два типи: I – насіння озимого ріпаку; II – насіння ярового ріпаку. Базисні норми, відповідно до яких роблять розрахунок якості насіння ріпаку, зазначені в табл. 1. [5]. У відповідності до вимог ЄС вміст глюкозинолатів в насінні ріпаку з вологістю 9 % має бути менше 25 мкмоль/г, а ерукової кислоти – не більше 2 % від загальної кількості жирних кислот. Відомо, що основні проблеми виникають при поставках ріпаку, який задовольняє вимогам насіння двонольових сортів, тим більше, що все частіше висувуються вимоги до зменшенню вмісту глюкозинолатів у шроті, оскільки він може використовуватися не тільки в комбікормовій промисловості, а й у харчуванні людей як високобілкова добавка з приємним горіховим присмаком.

Таблиця 1 – Показники якості насіння ріпаку для промислової переробки

Найменування показника	Норма
Вологість, %	7,0
Вміст сміттєвої домішки, %	2,0
Вміст олійної домішки, %	6,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається

Необхідно зазначити, що у свіжозібраному ріпаку загальний вміст домішок становить до (24 – 25) %, причому зазвичай основну частину їх складають олійні домішки. Після доопрацювання і сушіння кількість домішок завдяки використанню необхідних технологічних прийомів зменшується. Визначення складу домішок (табл. 2) в товарних партіях ріпаку південного регіону з вологістю (6,5 – 8,8) % свідчить, що в них переважають олійні домішки, тобто, біті, пророслі, щуплі, дефектні насінини ріпаку.

Технологічна придатність насіння ріпаку для переробки в харчові і кормові продукти залежить від його фізико-хімічних характеристик, особливо від вмісту основних компонентів, антипоживних факторів, форми і лінійних розмірів насіння. Визначення основних структурно-механічних властивостей насіння ріпаку різних товарних партій показало, що вони певною мірою варіюють за вагою 1000 насінин і вмістом компонентів хімічного складу. Фракції великого насіння (2,0-2,5 мм), що мають більшу вагу, зазвичай містять більшу кількість олії, білка і глюкозинолатів, целюлози у порівнянні з дрібним насінням (1,6-2,0 мм). У наш час на ринку насіння ріпаку продають насіння вітчизняних і закордонних сортів та гібридів, які відповідають основним вимогам до „00” сортів. Вони є достатньо стійкими, хоча дуже часто для посіву використовують насіння низьких репродукцій, які здатні погіршити якісні показники урожаю внаслідок біологічного та механічного змішування, переопилення, спонтанних мутацій тощо.

Таблиця 2 – Склад домішок в товарних партіях ріпаку південного регіону (2007/2009 рр.)

Вид домішок	Масова частка, %	
	в товарній партії	від загальної кількості домішок
Мінеральні домішки	0,25	3,5
Крупні сміттєві домішки	1,24	17,3
Олійні домішки	5,61	78,1
Насіння сторонніх культур	0,08	1,1

Таблиця 3 - Структурно-механічні властивості товарних партій ріпаку південного регіону

Показник	Роки				
	2005	2006	2007	2008	2009
Маса 1000 зерен, г	3,0-3,9	2,9-3,8	3,0-3,7	2,8-3,5	3,5-3,9
Середній діаметр, d, мм	1,9	1,6	1,8	1,7	2,01
Насипна щільність, γ , кг/м ³	600	670	620	675	590
Кут природного укусу, α tg α	31°20'-31°40' 0,608-0,610	31°12'-31°43' 0,582-0,618	31°18'-31°42' 0,605-0,618	30°10'-30°20' 0,580-0,609	29°80'-31°40' 0,580-0,610
Щільність укладання, %	56,5	58,5	57,8	59,2	59,3
Шпаруватість, %	43,3-43,6	40,8-41,3	43,1-43,5	40,3-41,5	42,4-43,8

Дуже важливими є фізико-механічні властивості, зокрема механічна стійкість насіння та його вологість, що має практичне значення при розрахунках елеваторів та складів. Відомо [4], що показник механічного пошкодження вищий при поєднанні низької вологості і високої температури насіння в процесі транспортування, очищення, зберігання сирого насіння та під час сушіння і зберігання висушеного насіння. Крім того, чим вища вологість, тим більші розміри має насіння, таким чином, при очищенні насіння ріпаку необхідно враховувати вихідну вологість і використовувати ситові поверхні у відповідності до середнього діаметра насіння, який (табл. 3) для ріпаку коливається у невеликих межах. Маса 1000 насінин характеризує біологічні особливості сортів і коливається у „00” сортів у невеликих межах. Насінню з більшим діаметром відповідає більша маса 1000 насінин, що відповідає відомим залежностям [1,2,4] між щільністю, розмірами, об'ємною масою, шпаруватістю насіння. Отримані результати можуть бути використані як при розрахунках у товарних виробництвах, так і при обґрунтуванні технологічних процесів переробки цієї культури.

Насіння ріпаку залежно від масової частки ерукової кислоти й глюкозинолатів підрозділяють на два класи відповідно до табл. 4.

Таблиця 4 – Показники якості насіння ріпаку за вмістом антипоживних речовин

Клас насіння	Масова частка, %, не більше	
	ерукової кислоти в олії	глюкозинолатів у шроті
1-й-для харчових цілей	5,0	3,0
2-й-для технічних цілей	Не нормується	

До 1-го класу відносять насіння ріпаку сортів, включених у перелік безерукових і низькоглюкозинолатних сортів, затверджених ще Держагропромом СРСР і Мінхлібопродуктом СРСР, і які відповідають вимогам, зазначеним у табл. 1,4. Насіння ріпаку сортів, не включених в цей перелік, відносять до 2-го класу. Використання ріпакового шроту після відділення олії як корму обмежене, незважаючи на високий вміст білка, збалансованого за амінокислотним складом, через високу масову частку (5-6 %) глюкозинолатів – S-глікозидів моносахаридів. Вони гідролізуються ферментом мірозиною до токсичних сполук.

У насінні двонольових сортів масова частка ерукової кислоти менша 2 %, а в шроті масова частка глюкозинолатів менша 1 %. Для ріпаку двонольових сортів на засіданні Комісії Кодексу Аліментаріус у Римі 1999 р. пакетом документів була затверджена загальна назва канола [4, 6]. У відповідності до стандарту Кодексу Аліментаріус харчова ріпакова олія – це олія, отримана з насіння рослин ботанічних видів: *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., *Brassica juncea* L., *Brassica tournefortii* Gouan, а харчова ріпакова олія зі зниженим вмістом ерукової кислоти – це олія, отримана з насіння низькоерукових сортів рослин ботанічних видів *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., *Brassica juncea* L.

Ерукова кислота, як і тверді насичені високомолекулярні кислоти, дає нерозчинні в 95-відсотковому етанолі свинцеві солі. Тому, виділивши спирто-свинцевим методом нерозчинні в спирті свинцеві солі твердих кислот і визначивши йодне число отриманої суміші, можливо з'ясувати орієнтовну кількість ерукової кислоти в досліджуваному зразку. Однак, цей метод не придатний для препаративних масел, що містять тверді ізокислоти, свинцеві солі яких також нерозчинні в спирті. Існує метод визначення ерукової кислоти в олії за ДСТ 30089-93. Цей метод визначення заснований на перетворенні тригліцеридів жирних кислот у метилові ефіри жирних кислот і газохроматографічному аналізі метилових ефірів. Метод є дуже точним і дозволяє визначити вміст ерукової кислоти в широкому діапазоні від 1 до 70 %. Однак, цей метод має ряд негативних моментів. Зокрема, готування зразків масел, які аналізуються, здійснюється у метанолі - отруті, крім того, необхідною є попередня підготовка розчинника - очищення й осушення, оскільки для одержання метилових ефірів необхідний абсолютно сухий метанол. Готовий розчин метилових ефірів, який можна використовувати за мітку-порівняння, зберігається в холодильнику не більше 2 діб. Готування розчинів вимагає значних витрат часу й ретельного дотримання правил техніки безпеки. Крім того, далеко не всі лабораторії в умовах виробництва можуть собі дозволити використання досить дорогого устаткування, зокрема газорідинного хроматографа.

Для визначення ерукової кислоти первісним обов'язковим етапом є виділення олії із сировини. Це можна зробити методом холодного пресування або екстракцією. Використання методу пресування дозволяє обробити в досить короткий строк значну кількість досліджуваних зразків, що є актуальним у сезон заготівлі насіння ріпаку, оскільки дозволяє на початковому етапі робити диференціювання сировини за кількістю ерукової кислоти. У той же час, використання пресування вимагає наявності на пресі спеціальних фільтрів, оскільки вихідна олія містить значну кількість фосфоліпідів і вимагає відстоювання, що забирає значний час (до доби) й, отже, не може бути використане для експрес - оцінки якості насіння за кількістю ерукової кислоти. Виділення олії за допомогою екстракції дозволяє одержати прозорі зразки олії за короткий період.

Глюкозинолати налічують більше 80 найменувань і мають загальну формулу
$$\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \text{S} - \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5 \\ \text{NOSO}_3^- \text{K}^+ \end{array}$$

Одна частина функціональних груп – це β -тіоглюкопіранозил, інша – складається з сульфатної групи. Гідрофільні властивості обумовлені наявністю саме цих груп, причому сульфатна надає кислотні властивості. Таким чином, при гідролізі під дією мирозинази утворюються еквімолярні кількості глюкози та сульфату. Бокові R-групи структурно пов'язані з амінокислотами, що утворюються з них в процесі біосинтезу. Найчастіше в насінні ріпаку зустрічаються похідні метіоніну, фенілаланіну, триптофану [2].

Результати дослідження хімічного складу насіння ріпаку двонувольових сортів урожаю 2005 -2008 рр., вирощених у південному регіоні, представлені в таблиці 5. Основними показниками якості насіння ріпаку крім олійності, вмісту ерукової кислоти та глюкозинолатів, є вміст білків, целюлози, зольних речовин. На протязі 2005-2009 рр. ці показники значною мірою залежали від природних умов та від того, який саме ріпак складав товарні партії – озимий, чи яровий.

Таблиця 5 – Хімічний склад товарних партій насіння ріпаку

Показник	Роки				
	2005	2006	2007	2008	2009
Білки, %	20,2 – 21,5	22,2-23,0	22,5-23,1	21,6-22,7	20,5-22,3
Олія, %	43,5-46,1	43,7-44,8	40,5-42,4	42,5-43,8	41,6-42,8
Ерукова кислота, %	0,54-0,85	0,52-0,97	0,42-0,86	0,47-0,92	0,41-0,84
Глюкозинолати, ммоль/г	20,2-34,8	28,6-40,5	24,6-48,1	28,5-50,0	26,5-48,8
Целюлоза, %	11,6-12,8	11,3-12,5	11,2-12,4	11,5-12,7	11,8-12,5
Зола, %	4,4-4,8	4,1-4,6	4,2-4,5	4,3-4,7	4,2-4,6

Були здійснені дослідження якості товарних партій ріпаку з різних регіонів України (табл. 6). З наведених даних видно, що партії насіння відрізняються за своїми показниками якості, але кількість ерукової кислоти в усіх партіях знаходилася у межах норми для використання у харчових цілях. В окремих партіях з південного та центральних регіонів кількість смітєвих домішок перевищувала норму. Кислотність, як і вміст вологи в усіх партіях, була в межах норми. В окремих партіях з південного, центрального, східного регіонів кількість глюкозинолатів перевищувала норму. Таким чином, в основному, партії насіння ріпаку відносяться до 1 класу і за основними показниками відповідають вимогам до ріпаку, який використовують для харчових цілей. Порівняння даних табл.3 та табл. 5. дозволяє зробити висновок, що більше за розміром насіння містить більшу кількість олії, що збігається з даними літератури [1,2,7].

Таблиця 6 – Якість перевірки товарних партій ріпаку у 2007/2009 роках

Регіони України	Показники якості					
	Вологість, %	Смітєві домішки, %	Олійність, %	Кислотність, %	Ерукова кислота, %	Глюкозинолати, ммоль/г
Південний	6,4-8,5	1,8-3,0	42,2-43,0	0,92-1,4	0,45-1,8	27-50
Північний	7,0-8,1	1,6-2,0	41,8-43,2	0,85-1,3	0,65-1,4	29-34
Центральний	7,5-8,0	2,4-3,2	41,1-42,6	0,87-1,2	0,7-1,7	28-46
Західний	7,7-7,8	1,6-2,2	41,4-42,2	1,0-1,4	0,5-1,2	26-38
Східний	7,4-8,2	2,2-3,4	40,5-41,8	0,9-1,1	0,8-1,5	32-48

Таким чином, оскільки світовий ринок ріпаку інтенсивно розвиватиметься надалі, в найближчому майбутньому, подальше зростання обсягів виробництва його в Україні є реальним. Тим більше, що в Україні, за результатами низки досліджень [1-4], є всі передумови для отримання якісної сировини для комбікормового виробництва, використання у харчових цілях, а не тільки для отримання біопалива.

Література

1. Нікітін М.С. Технологія приготування кормів з використанням ріпаку Дис. на набуття ступ. к.т.н. спец. 03.00.23 біотехнологія. – О.: ОНАХТ, 1994.
2. Кононова Р.В. Совершенствование методов анализа токсичных веществ рапсового сырья, используемого в технологии комбикормов Дисс. на соиск. степ. к.т.н. – О.: ОНАХТ, 1986. – 203 с.
3. Арделян Д.В. Особливості розвитку світового ринку ріпаку // Економіка АПК. - № 2. – 2009. – С.126-129.
4. Горпинченко Т.В Актуальные вопросы продовольственного и кормового использования рапса (обзор) // Хранение и переработка сельхозсырья. – № 7. – 2003. – с.54–63.
5. ГОСТ 10583-76: Рапс для промышленной переработки. Технические условия.

6. Грачёва И.М. Технология ферментных препаратов/ И.М. Грачёва, А.Ю. Кривова// Учебник для студентов ВУЗов/ гриф УМО/. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Элевар, 2000. – 512 с.
7. Щербаком В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – М.: Колос, 2003. – 360 с.

УДК [577.15:664.785.8]:602.4

ІММОБІЛІЗАЦІЯ БІОРЕГУЛЯТОРІВ СИСТЕМИ ТРАВЛЕННЯ ЯК МЕТОД ЇХ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ОДЕРЖАННЯ БАД

Крусір Г.В., канд. техн. наук, доцент, Кушнір Н.А., асистент, Руссва Я.П., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

У статті показано можливість концентрування та одержання БАД з включенням біорегуляторів системи травлення білкової природи з використанням фізичних методів іммобілізації.

The possibility of concentration and BAA reception with including of digestion system bioregulators of al-buminous nature with the use of physical methods of immobilization is shown in the article.

Ключові слова: біорегулятори, гідролітичні ферменти, інгібітори панкреатичних ферментів.

Останнім часом ферменти знаходять широке застосування в нутриціології та у медицині при розладах травлення, пов'язаних із захворюваннями печінки й підшлункової залози, у людей літнього і похилого віку. Джерелом одержання ферментних лікарських засобів, в основному, служать тканини тваринного походження й мікроорганізми. Однак, тривалий прийом таких ферментних препаратів призводить до феномену «звикання»: до припинення секреції власних ферментів організмом. Рослинні ферменти позбавлені такого недоліку, володіють м'яким «природним» впливом на організм. Кінець ХХ і початок ХХІ сторіч ознаменувалися широким використанням ферментних рослинних біологічно активних добавок (БАД), що містять гідролітичні ферменти і рекомендовані для корекції розладів травлення. Розробка технологій таких БАД і пошук нових перспективних джерел рослинних біорегуляторів є актуальними [1].

В останні роки рослинні ферменти розглядають як альтернативу ферментам тваринного і мікробного походження при їх використанні в терапії вад шлунково-кишкового тракту (ШКТ), а також у складі біологічно активних добавок, які сприяють перетравленню їжі. Це обумовлено низькою суттєвих переваг рослинних ферментів, серед яких найбільш вагомим є те, що вони не викликають припинення виробництва власних ферментів організму людини. Крім того вони здатні функціювати не тільки в кишечнику, а й в кислому середовищі шлунку.

Функціональні порушення травлення за частотою виникнення займають друге місце після серцево-судинних захворювань, тому дослідження нових профілактичних БАД з фітоферментною складовою для нормалізації функціонування системи травлення особливо актуальне.

Основними методами іммобілізації біологічно активних речовин з метою одержання БАД та інгредієнтів функціональних продуктів є різноманітні фізичні методи:

- методи фізичної сорбції на матрицях природного походження;
- фізичні методи мікрокапсулювання: комплексоутворення за рахунок електростатичної взаємодії (білків та полісахаридів) або проста коацервація; безмембранний осмос або складна коацервація;
- для біологічно активних речовин (БАР) білкової природи можна використовувати також метод осадження в ізоелектричній точці, але недоліком цього методу є значне зменшення або повна втрата біологічної активності БАР.

При іммобілізації біорегуляторів білкової природи використовували перераховані методи для концентрування, стабілізації та одержання БАД, які містять гідролітичні ферменти рослинного походження та рослинні інгібітори ферментів ШКТ людини.

Метою дослідження є розробка ефективного методу стабілізації гідролітичних ферментів та інгібіторів травних ферментів з метою одержання БАД.

Одним з традиційних методів стабілізації біорегуляторів білкової природи з метою одержання БАД є їх адсорбція на біополімерних матрицях. Як матриці для іммобілізації рослинних ферментів були вибрані харчові волокна пшеничних висівок – складний комплекс біополімерів (полісахаридів і лігніну) лінійної і розгалуженої структури, пшеничні висівки (ПВ), водоростеві полісахариди (карагінан, агар) та інші біополімерні матриці, які найбільш широко використовуються в якості носіїв БАР [1].

В ході досліджень були підібрані оптимальні умови сорбційної іммобілізації протеази насіння томатів, протеази люцерни та ліпази пророщеного насіння ріпаку: носій просочували водним розчином ферменту (екстрактом), використовуючи гідромодуль 3, при 20 °С і висушували препарат при температурі 40 °С. Вибір носія для іммобілізації ферментів здійснювався за максимальним збереженням вихідної ферментативної активності.

Оптимальне за рівнем збереження протеолітичної активності співвідношення носій:фермент склало 1 г харчових волокон пшеничних висівок (ХВПВ) на 200 мг протеази з насіння томатів із збереженням 55 % від вихідної активності нативного ферменту.

Оптимальне за рівнем збереження протеолітичної активності протеази люцерни вагове співвідношення ХВПВ:фермент склало 1:0,2 із збереженням 70,5 % вихідної протеолітичної активності

Використання ХВПВ як носія для іммобілізації ліпази насіння ріпаку приводить до збільшення збереження вихідної ліполітичної активності, яка складає 72,4 % при ваговому співвідношенні носій:фермент = 1:0,3.

Відомо [2], що синтетичні і природні поліелектроліти здатні виділяти (концентрувати) білки з розбавлених водних систем у вигляді нерозчинних білок-поліелектролітичних комплексів різної природи. Процеси концентрування білка за допомогою полісахаридів є одним з методів іммобілізації білкових біологічно активних речовин (мікрокапсулювання), які не викликають денатурацію білка і втрати його розчинності, а також ведуть до стабілізації білкової складової, що дозволяє розглядати перспективи їх використання з метою отримання БАД, які містять БАР білкової природи – гідролази і їх інгібітори. Білки і полісахариди утворюють комплекси за певних умов.

В роботі визначали вплив природи полісахариду та значення рН середовища на ферментативну активність комплексу фермент-полісахарид. Осадження білка в ІЕТ внаслідок різкого зниження його сумарного заряду є одним з найпростіших і економічніших прийомів в біотехнології.

З експериментальних даних видно, що найбільш ефективно осадження протеази з насіння томатів спостерігається при використанні гуміарабіку при рН 8,0 реакційного середовища (рис. 1).

ІЕТ протеази насіння томатів складає рН 8,0, тому можна зробити висновок, що максимальне осадження протеази відбувається в її ІЕТ і складає 62 % загальної маси протеази екстракту.

На основі експериментальних даних дослідження можна зробити висновок, що максимальне осадження протеази люцерни відбувається в присутності альгінату натрію при рН 3,0, що є ІЕТ протеази люцерни і складає 65 % загальної маси протеази екстракту люцерни.

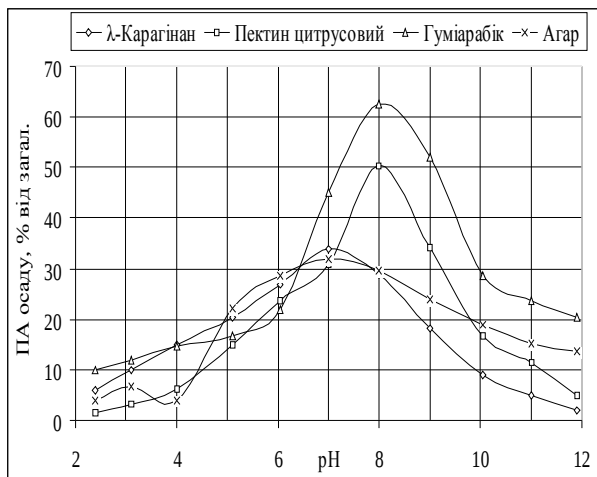


Рис. 1 – Залежність масової частки протеази насіння томатів, що перейшла в комплексний осад від загальної протеолітичної активності вихідного екстракту

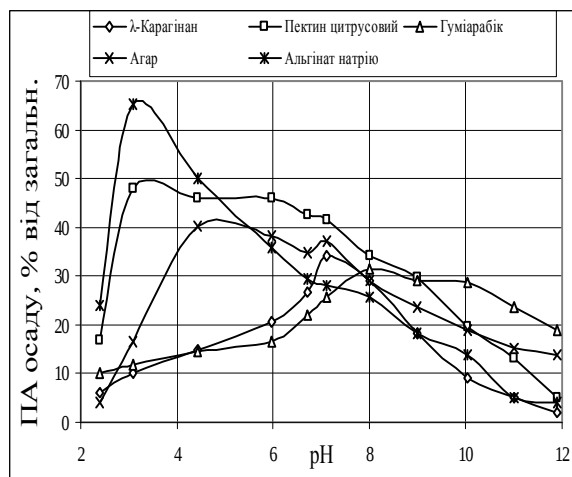


Рис. 2 – Залежність масової частки протеази люцерни, що перейшла в комплексний осад від загальної протеолітичної активності вихідного екстракту

Експериментальні дані досліджень свідчать про те, що максимальне осадження ліпази насіння ріпаку спостерігається при рН 4,5, що є ІЕТ ліпази, агаром і складає 48 % загальної ліполітичної активності екстракту.

При комплексоутворенні відбувається взаємодія між білком та полісахаридом за рахунок утворення водневих зв'язків, гідрофобних та електростатичних взаємодій. Існує область рН, в якій макромолекули

білка і полісахариду заряджені різнойменно. У цій області електростатична взаємодія між макрокатіоном білка і макроіоном полісахариду може приводити до утворення розчинних або нерозчинних комплексів.

Залежність заряду полісахариду (N) від рН середовища досліджували за допомогою потенціометричного титрування розчинів полісахаридів з різними значеннями рН (рис. 4).

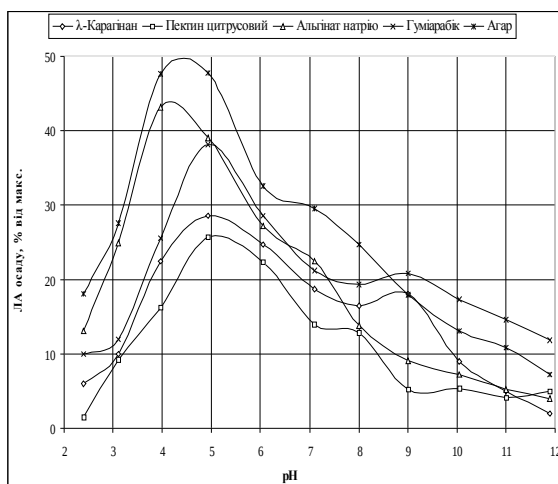


Рис. 3 – Залежність масової частки ліпази насіння ріпаку, що перейшла в комплексний осад від загальної лі політичної активності вихідного екстракту

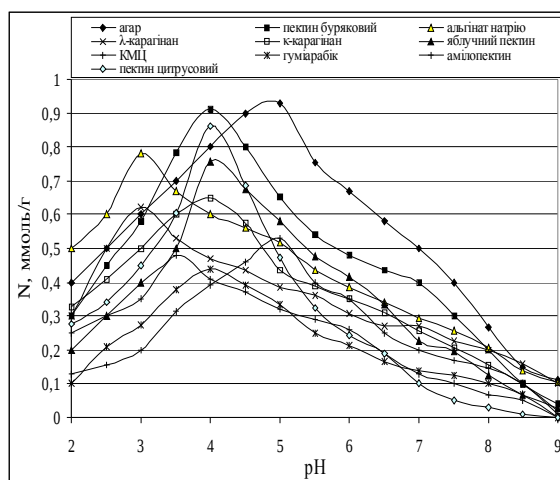


Рис. 4 – Залежність заряду (N) полісахариду від рН; де N, ммоль/г – різниця між максимально можливим і фактичним числом зв'язаних протонів 1г полісахариду

З отриманих даних, наведених на рис. 4, видно, що максимальний заряд полісахаридів знаходиться в кислому середовищі. В ізоелектричних точках (ІЕТ) білків-ферментів (рН 8,0; 3,0; 4,5 відповідно для протеази з насіння томатів, протеази люцерни та ліпази насіння ріпаку) найвищим зарядом володіють відповідно гуміарабік, альгінат натрію та агар ($N = 0,4; 0,78; 0,93$ ммоль/г.).

Таким чином можна прогнозувати, що максимальне осадження ферментів відбувається близько ІЕТ білка-ферменту і саме тим полісахаридом, який за даного значення рН має максимальний заряд.

Результати вивчення процесів осадження полісахаридами рослинних біорегуляторів системи травлення наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати вивчення іммобілізації біорегуляторів білкової природи методом комплексоутворення (мікрокапсулювання)

Біорегулятор	ІЕТ	М. м., кДа	Максимальне осадження полісахаридом в ІЕТ біорегулятора	Масова частка біорегулятора в комплексному осаді
Протеаза насіння томатів	8,0	17...20	Гуміарабік	62
Протеаза люцерни	3,0	24	Альгінат натрію	65
Ліпаза насіння ріпаку	4,5	300	Агар	48
Інгібітор амілази з борошенець вівса	4,5	25,11	Агар	73
Інгібітор трипсину з зерна амаранту	3,0	20	Альгінат натрію	80
Інгібітор трипсину з насіння люцерни	4,2	20,2	Пектин цитрусовий	89,7

Дані експериментальних досліджень (табл. 1) свідчать, що осадження біорегуляторів з їх екстрактів залежить від молекулярної маси біорегулятора: при низьких молекулярних масах біорегуляторів ефективність осадження більша, ніж ефективність осадження біорегуляторів з більшими молекулярними масами. Так, при концентруванні протеаз, які характеризуються незначними молекулярними масами, в осад

переходить 62...65 % загальної кількості ферментів, а при іммобілізації ліпази з насіння ріпаку в комплексний осад переходить лише 48 % загальної кількості ліпази.

Слід зазначити, що ефективність переходу інгібіторів травних ферментів в комплексний осад значно вища, ніж ферментів, що може пояснюватись менш сприятливим впливом полісахариду на активний центр ферментів, а також на їх нативну конформацію. Інгібітори більш стабільні до конформаційних змін при комплексоутворенні з полісахаридами.

Таким чином, використання полісахаридів як комплексоутворювачів дозволяє досягти значного 25...40-кратного ступеня очищення біорегуляторів системи травлення. Порівняння основних параметрів даного процесу з відомими методиками очищення білкових БАР дозволяє поставити метод зв'язування ферментів у комплекс з поліелектролітами за ефективністю в один ряд з іонообмінною хроматографією і хроматофокусуванням.

Метод безмембранного осмосу пред'являє певні вимоги до структури біополімерів і до складу двофазних систем, що вибираються. Так, необхідно використовувати полісахариди, термодинамічно несумісні в розчині з концентрованим білком. Бажано також, щоб концентрація білкової фази значно перевищувала концентрацію полісахаридної фази, а розчинність полісахариду в білковій фазі була б мінімальною. Іншими словами, необхідно встановити умови несумісності білків і полісахаридів [2].

Основні умови несумісності розрізняються для систем, що містять неполярні полісахариди НПС, карбоксилвміщуючі аніонні полісахариди АПС (КАПС) і сульфатовані АПС (САПС), а також білки, розчинні і нерозчинні в ІЕТ. Білки (окрім альбумінів) і КАПС несумісні в області рН вище за ІЕТ білок за будь-яких значень μ , а при рН нижче ІЕТ – тільки за іонної сили вище 0,25. У разі САПС розшарування систем спостерігається при μ вище 0,5 незалежно від величини рН. Альбуміни несумісні з АПС – тільки при $\mu > 0,25$, незалежно від рН суміші. З НПС ці білки утворюють двофазні суміші при рН $> ІЕТ$ за будь-яких значень μ , а при рН $< ІЕТ$ – при $\mu > 0,25$.

Вельми істотною є та обставина, що фазовий стан не залежить від стану молекул білка (колоїдно-дисперсне або молекулярно-дисперсне) або, іншими словами, від ступеня його асоціації.

З іншого боку, сумісність полісахаридів з білками залежить від природи і молекулярної маси білка. Так, явище фазового розділення в сумішах, що містять полісахариди і альбуміни або прості глобулярні білки, має місце тільки при високих молекулярних масах білка (> 20 кДа), що вказує на певні обмеження, що накладаються на процес фазового розшарування.

Двофазні системи можуть бути одержані в умовах (рН, іонна сила), що виключають взаємодію різно-типових макромолекул. Іншими словами, несумісність виявляється при виключенні можливості утворення комплексів білок-полісахарид.

Процес концентрування біорегуляторів за допомогою безмембранного осмосу (табл. 2) вивчали виключно на прикладі ліпази з насіння ріпаку, тому що саме вона відповідає вимогам щодо молекулярної маси – її молекулярна маса складає 300 кДа. В літературних джерелах [2] також вказується, що нейтральний полісахарид – камедь бобів ріжкового дерева несумісний з усіма альбумінами і глобулінами при різних значеннях рН середовища та іонної сили. Саме цим зумовлений вибір полісахариду.

Таблиця 2 – Фазове розшарування при концентруванні білкової складової екстракту знежиреного пророщеного насіння ріпаку розчином полісахариду (вихідний склад фаз: 11,9 % розчин білку, 0,4 % розчин полісахариду)

Склад фаз після розшарування	Вміст білка, %	Вміст полісахариду, %	ЛА, % від загальної	Об'єм фази, мл
Склад фази, збагаченої полісахаридом	3,9	1,2	13	25
Склад фази, збагаченої білком	53,5	0,005	87	5

Одержані дані свідчать, що при концентруванні білкових речовин розчином полісахариду з використанням безмембранного осмосу 87 % вихідної ліпази концентрується в об'ємі, який в 5 раз менший, ніж вихідний об'єм екстракту.

Таким чином, показано можливість концентрування та одержання БАД з включенням біорегуляторів системи травлення (ферментів та інгібіторів травних ферментів) білкової природи з використанням фізичних методів іммобілізації.

Література

1. Черно Н. К. Иммобилизация ферментов заместительной терапии на пищевых волокнах [Текст] / Черно Н. К., Давиденко Т. И., Севастьянова Е. В., Кравченко И. А. // Доклады АН Украины, биохимия. 1994.– № 5.– С. 146-149.
2. Антонов Ю. А. Применение метода безмембранного осмоса для концентрирования белков из молекулярно-дисперсных и коллоидно-дисперсных растворов (обзор) [Текст] / Антонов Ю. А. // Прикладная биохимия и микробиология.– 2000.– Т. 36.– № 4.– С. 380-394.

УДК 633.31:66.097.8

ВИДІЛЕННЯ ІНГІБІТОРУ ТРИПСИНУ З ЗЕРНА АМАРАНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ АФІННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

**Крусір Г.В., канд. техн. наук, доцент, Севастьянова О.В., канд. хім. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Виділено та охарактеризовано білковий інгібітор трипсину зерна амаранту. Він має значну антипротеолітичну активність та є перспективним для створення харчових композицій, які призначені для корекції харчування за різних станів, що супроводжуються підвищеною активацією протеолітичних ферментів.

Albuminous trypsin inhibitor of amaranth corn is selected and described. He has considerable antiproteolytic activity and is perspective for food compositions creation, which are intended for correction of feed at different states which are accompanied by the promoted activation of proteolytic enzymes.

Ключові слова: зерно амаранту, екстракція, афінна хроматографія, інгібітор трипсину, амінокислота, молекулярна маса.

Одним з актуальних та перспективних напрямків біотехнології є розробка харчових композицій, які спрямовано впливають на ферментативні процеси в організмі.

Білкові інгібітори протеолітичних ферментів відіграють важливу роль у підтримці гомеостазу. Вони беруть участь у регулюванні функцій протеаз шлунково-кишкового тракту, кровоносної системи, клітин шкіри та інших органів. У наш час багаточисельними лабораторними та клінічними дослідженнями доведено, що активація протеаз є основною ланкою в патогенезі таких тяжких захворювань людини, як панкреатити різної етіології, захворювання системи згортання крові, шоківий та алергічний стани, різні запальні процеси [1].

Відомо, що секреція соку підшлункової залози регулюється «процесом травлення». Перетравлюваність їжі залежить від рівня трипсину та хімотрипсину в кишечнику. Коли рівень цих ферментів стає нижчим за критичний показник, підшлункова залоза починає виробляти більше ферментів. За умов зв'язування трипсину з інгібітором може відбуватися уповільнення травлення [2]. Фактором-посередником між трипсином та підшлунковою залозою слугує гормон холецистокінін, який вивільняється з секретом кишечника, коли вміст трипсину в ньому стає нижчим за найвищий показник. Таким чином, збільшення рівня інгібіторів трипсину в їжі викликає ланцюг реакцій, що відновлюють нормальний вміст трипсину в кишечнику та нормалізують травлення [3].

Вплив інгібітору трипсину на організм людини не обмежується функціями травлення. Деякі патологічні стани, такі як ревматоїдний артрит, бактеріальна пневмонія, перитоніт, характеризуються надлишковою активацією протеолізу. Введення в організм додаткових кількостей інгібіторів - один з методів лікування перерахованих захворювань.

Доведено антиоксидантну дію інгібіторів хімотрипсину з сої, квасолі та картоплі, яка залежить як від дози, так і від типу інгібітора. Прийнято вважати, що інгібітори захищають від окиснення перш за все клітини та молекули шлунково-кишкового тракту [4]. Механізм цього захисту поки що не з'ясовано, але вважається, що атоми сульфуру молекул інгібітору здатні зв'язувати радикали, що попереджує їх окиснення та утворення пероксиду водню.

Інгібітори виявляють також антивірусну, антимікробну активність, мають протизапальну, антикоагуляційну дію.

Метою роботи є виділення та характеристика білкового інгібітору трипсину зерна амаранту. Він رایонований на Україні, має значну антипротеолітичну активність [4] та перспективний як компонент хар-

чових композицій, призначених для корекції харчування за різних станів, що супроводжуються підвищеною активацією протеолітичних ферментів.

Інгібітор трипсину виділяли з зерна амаранту *Amaranthus caudatus* (білий), який характеризується найбільшим значенням ТІА (трипсинінгібіторної активності), вона склала 3,56 ІО/г зерна амаранту. Крім того *Amaranthus caudatus* є однією з тих рослин, які зможуть доповнити своєю продукцією наш харчовий баланс. Культура цієї рослини, завдяки великим урожаям, посухостійкості, можливості створити зручні для механізованого прибирання форми і низки інших якостей, має широкі перспективи.

Об'єкти досліджень: зерно амаранту, трипсин підшлункової залози людини (Sigma, Т6424).

Як сорбент використовували сефарозу 4В. Її активацію проводили з використанням бензохінону [5], який синтезували за методикою [6] з попередньо очищеного гідрохінону [7].

Виклад основного матеріалу.

1. Ковалентне зв'язування активованого носія з трипсином проводили наступним методом: до 3 мл гелю активованої сефарози 4В додавали 3 мл 0,1 М фосфатного буферу, рН 7,6. Реакцію зв'язування проводили при 4 °С впродовж 24 годин. Отриманий гель трипсин-сефарози 4В промивали дистильованою водою на скляному фільтрі, а потім у колонці (1х15 см) послідовно 1 М КСl в 0,1 М Na-ацетатному буфері, рН 4 протягом 24 годин, 1 М КСl в 0,1 М фосфатному буфері, рН 8,0 протягом 24 годин та дистильованою водою до відсутності поглинання при 280 нм.

2. Знежирення зерна амаранту здійснювали в апараті Сокслета з використанням петролейного ефіру. Екстракцію інгібітору трипсину з зерна амаранту проводили 0,05 М боратним буфером, рН 7,6, який містив 0,5 М NaCl (гідромодуль 100) при кімнатній температурі. Екстракт прогрівали при температурі 70 °С впродовж 10 хвилин для інактивації протеаз, які могли бути екстраговані з зерна амаранту. Осад відокремлювали від супернатанту за допомогою центрифугування при швидкості 8000 обертів за хвилину впродовж 20 хвилин.

3. Попередньо було викладено, що інгібітор трипсину зерна амаранту, який відносять до сімейства інгібітора Кунітца, є білком-альбуміном. Тому його фракціювання проводили сульфатом амонію зі ступенем насичення солі між (75 і 100) % (F_{75-100}). Розчин білка після кожного введення солі перемішували і центрифугували при швидкості 8000 обертів за хвилину впродовж 20 хвилин. Фракціювання сульфатом амонію проводили при температурі 4 °С впродовж 40 хвилин [8]. Отриманий осад розчиняли у дистильованій воді, суспензію білка переносили до діалізної камери з пористою мембраною і діалізували проти дистильованої води впродовж 3 днів. Осад відокремлювали від рідинної фази центрифугуванням при 5000 обертів за хвилину протягом 30 хвилин. Отриманий супернатант наносили на колонку з афінним сорбентом

4. Розчин інгібітору пропускали через колонку (1х15 см) з сорбентом трипсин-сефароза 4В зі швидкістю 15 мл/хвилину. Після насичення сорбенту, яке контролювали за появою у елюаті активності інгібітору по відношенню до трипсину, гель промивали 0,05 М трис/НСl буфером, рН 8. Гель в колонці промивали послідовно 1 М розчином NaCl, 8 М сечовиною в 0,05 М трис/НСl буфері, рН 8. Десорбцію інгібітору проводили 10⁻³ М розчином HCl. Активну фракцію нейтралізували до рН 8,0 1 М розчином NaOH та ліофільно висушили.

5. Очищений інгібітор досліджено за допомогою гелю-електрофорезу в трис-гліциновому буфері рН 8,3 з використанням 15 % поліакриламідного гелю (ПААГ) на приладі 2219 Multitemp II Thermostatic Circulator. В якості маркерів використовували фосфорилазу В (92500 Да), БСА (37000 Да), яєчний альбумін (15000 Да), карбогідразу (29000 Да), соєвий інгібітор трипсина (21000 Да), цитохром С (12000 Да), інгібітор з легень великої рогатої худоби (6000 Да). Зразки оброблені при температурі 4 °С впродовж 3 годин струмом в 20 мА. Фіксацію білків проводили 60 % водним розчином трихлороцтової кислоти протягом 3 годин при кімнатній температурі. Гель зафарбовували фарбою «Кумасі – 250» впродовж 4 годин при кімнатній температурі. Промивку гелю проводили 7 % розчином оцтової кислоти в 10 % розчині ізопропілового спирту [9].

6. Інгібіторну активність (ІА) визначали за ступенем гальмування ферментативної активності трипсину і виражали в інгібіторних одиницях (ІО). Активність трипсину виражали кількістю казеїну, який було розщеплено 1 г препарату білка при 37 °С за 1 хвилину. В якості субстрату використовували казеїн за Гамерстеном.

7. Вміст білка визначали за методом Лоурі-Хартрі [10].

Після знежирення та екстракції білкових речовин провели фракціювання білкової складової зерна амаранту. Найбільш розповсюдженим та класичним є метод фракціювання екстрагованих білків солями з одержанням розчинів різного ступеня насиченості. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що інгібітори протеолітичних ферментів знаходяться в альбуміновій фракції. Цим пояснюється дослідження інгібіторної активності у фракції білкових речовин, одержаних за ступенем насиченості солевих розчинів від 75 % до 100 %.

Стадії очищення інгібітору трипсину з зерна амаранту включали екстракцію 0,05 М боратним буфером, рН 7,6, фракціонування білкової складової екстракту сульфатом амонію з подальшим діалізом фракції між 75 % та 100 % ступенем насиченості $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ та афінну хроматографію на біоспецифічному сорбенті трипсин – сефароза 4В (табл. 1).

Таблиця 1 – Стадії очищення інгібітору трипсину з зерна амаранту (10 г борошна зерна амаранту, ГМ 10)

Стадії очищення	1 стадія (екстракція)	2 стадія (фракціонування та діаліз)	3 стадія (афінна хроматографія)
Об'єм, см ³	90	120	70
ІА, ІО/ см ³	0,36	0,18	0,22
Білок, мг/ см ³	3,0	0,08	0,02
Загальний білок, мг	270	9,6	1,4
Сумарна ІА, од	32,4	21,6	15,4
Питома ІА, ІО/мг	0,12	2,25	11,0
Ступінь очищення	1,0	18,8	91,7
Вихід, %	100	66,7	47,5

Наведені в табл. 1 дані свідчать, що екстракт із вмістом білка 3,0 мг/см³ та інгібіторною активністю 0,36 ІО/см³ очищено до вмісту білка в активній фракції елюату після афінної хроматографії 0,02 мг/см³, що володіє інгібіторною активністю 0,22 ІО/см³. Ступінь очищення інгібітору складає 91,7. Таким чином, розрахунки свідчать, що із 100 г зерна амаранту можна одержати 4,7 мг інгібітору трипсину, інгібіторна активність якого складає 11,0 ІО/мг білка.

З даних таблиці можна зробити висновок, що інгібітор зерна амаранту може бути виділений за допомогою афінної хроматографії на іммобілізованому трипсині практично в одну стадію з виходом 47,4 % та високим ступенем очищення.

Субстанція є гігроскопічним порошком білого кольору добре розчинним у воді.

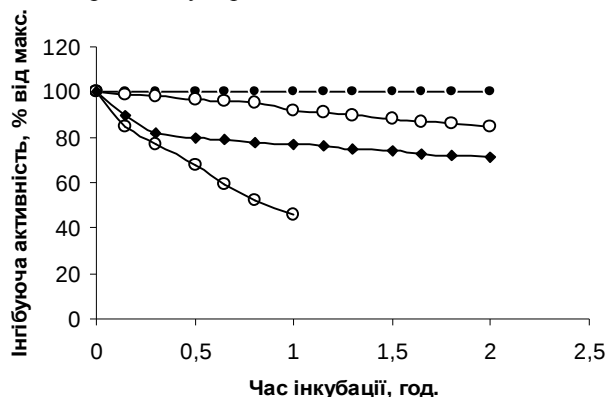
Для очищення білка-інгібітору трипсину використовували метод афінної хроматографії на трипсин-сефарозі 4В. Результати гель-хроматографії інгібітора, який виділено методом афінної хроматографії на трипсин-сефарозі, свідчать про те, що білок елюється в вигляді одного головного симетричного піка, об'єм елювання якого відповідає значенню $M_r 20000 \pm 1000$, розрахованому за калібрувальним графіком.

Матеріал з $M_r 20\ 000$ ліофілізували і використовували в подальшій роботі.

Вивчені основні фізико-хімічні та біохімічні властивості виділеного ІТ з зерна амаранту.

Визначення гомогенності білка в ПААГ показало присутність двох ізоформ інгібітора з молекулярними масами (18 ± 1) кДа та (20 ± 1) кДа. Дані були підтверджені за допомогою метода гель-фільтрації. Дослідження показали, що інгібітор трипсина з зерна амаранту є сумішшю двох індивідуальних білків, які не утворюють асоціацій між собою.

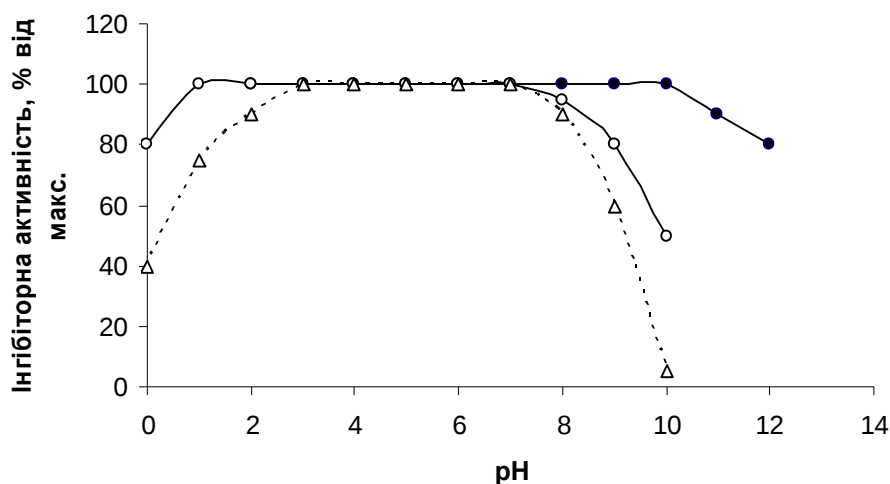
Відомо, що інгібітори протеолітичних ферментів природного походження володіють значними рН- і термостабільністю. У зв'язку з цим були проведені дослідження за визначенням рН- і термостабільності виділеного інгібітору. Як видно з представлених на рис. 1 даних, після 24 год. інкубації при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ активність інгібітору залишається практично на вихідному рівні. Ці дані дають можливість передбачити, що інгібітор трипсину з амаранту залишиться активним в умовах організму людини. При температурі $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ інгібітор втрачає лише 10 % вихідної активності. При температурі $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ за 20 хв. втрата активності складає 15 %, і далі активність продовжує плавно знижуватися. При температурі $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ впродовж 1 год. активність інгібітору знижується наполовину. Отримані результати свідчать про високу термостабільність виділеного інгібітору.



Значення: 1 – $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$;
2 – $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$; 3 – $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$;
4 – $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$

Рис. 1 – Залежність активності інгібітора трипсина із зерна амаранта від температури і часу витримування

Результати вивчення рН-стабільності інгібітору зерна амаранта подані на рис. 2, з нього видно, що за 4 год. інгібіторна активність залишається на початковому рівні в середовищі із значеннями рН від 2 до 11,5. При витримці ІТ протягом 12 год його активність падає при рН нижче 3,0 і вище 10. Після 24 год інкубації субстанції інгібітору при різних значеннях рН ІТ зберігає активність в інтервалі рН від 4 до 10. Отримані дані свідчать про значну рН-стійкість ІТ.



1 – 4 год.; 2 – 12 год.; 3 – 24 год

Рис. 2 – Стабільність інгібітора трипсину із зерна амаранта при різних значеннях рН за тривалості експозиції

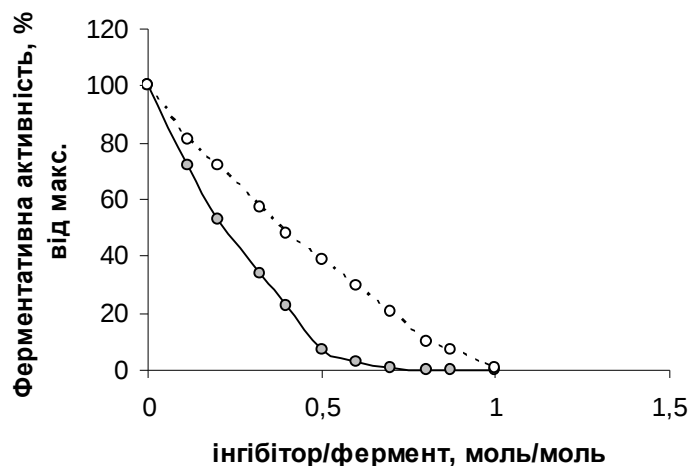
Однією з основних характеристик природних інгібіторів є специфічність їх дії на різні ферменти. У табл. 2 приведені порівняльні дані вивчення специфічності ІТ з насіння амаранта і препарату контрикал. Показано, що обидва препарати знижують активність трипсину, хімотрипсину і фібринолізину, активність ІТ порівняна з таким же препаратом тваринного походження. На відміну від контрикала, двократний надлишок інгібітору трипсину на 20 % гальмує активність мікробної протеїнази С, препарати якої застосовуються для замісної ферментної терапії при захворюваннях шлунково-кишкового тракту.

Таблиця 2 – Порівняльна специфічність дії інгібітору трипсину з зерна амаранта і контрикала (співвідношення концентрацій інгібітор: фермент – 1:1)

Фермент	Інгібіторна активність, %	
	ІТ амаранта	Контрикал
Трипсин	99,5 ± 0,5	94,7 ± 0,6
Хімотрипсин	49,5 ± 1,2	38,0 ± 1,3
Пепсин	не інгібує	не інгібує
Протеаза С (із <i>Acremonium chrysogenum</i> 328 А)	(20,0 ± 0,1)	не інгібує
Субтилізин	не інгібує	не інгібує
Лужна протеїназа із <i>Asp. oryzae</i>	не інгібує	не інгібує
α-амілаза	не інгібує	не інгібує

З наведених експериментальних даних дослідження видно, що отриманий інгібітор і інгібітор, що входить до складу комерційного препарату, ефективно знижують активність трипсину, незначно інгібують активність хімотрипсину та не впливають на активність α-амілази і протеаз. Таким чином, наведені дані свідчать, що інгібітор трипсину зерна амаранту не є біфункціональним інгібітором, тому що не впливає на активність амілолітичних ферментів.

Дослідження дії ІТ в концентраціях від 0,1 міліграма/мл до 1 міліграма/мл на протеолітичну активність трипсину (рис. 3) показало, що лінійна залежність між кількістю внесеного до інкубаційної суміші ІТ і зниженням ферментативної активності зберігається практично до досягнення 90 % інгібування. Екстраполяція до нульової ферментативної активності дозволила зробити висновок, що при утворенні фермент-інгібіторного комплексу молекула ІТ з насіння амаранта зв'язує 2 молекули трипсину, тоді як контрикал зв'язує тільки 1 молекулу трипсину.



1 – інгібітор трипсину з амаранта; 2 – контрикал

Рис. 3 – Залежність активності трипсину від концентрації інгібітору

Відомо, що контрикал – інгібітор протеолітичних ферментів тваринного походження застосовується у вигляді ін'єкцій в кров для лікування ензимопатій, які супроводжуються підвищеною активацією протеолітичних ферментів, зокрема, панкреатиту і для зупинки кровотечі при операціях і травмах.

Подібно до інгібітору Кунітца (STI), білок з зерна амаранта є слабким нестехіометричним інгібітором хімотрипсину. Отже, за характером дії на трипсин і хімотрипсин інгібітор з зерна амаранту нагадує інгібітор Кунітца.

В цілому амінокислотний склад інгібітору зерна амаранту характеризується низкою рис, загальних для інгібіторів сімейства STI. Як вже було відмічено, молекула виділеного інгібітору містить значну кількість залишків кислих амінокислот, а також гліцину та амінокислот з неполярними боковими ланцюгами (Pro, Val, Leu, Ile). Доля неполярних бокових ланцюгів (NPS), розрахована за методом Бігелоу [11], складає 0,39 для інгібітору трипсину зерна амаранту. Для STI ця величина – 0,29. Таким чином, виділений інгібітор відноситься до білків з високим ступенем гідрофобності. Склад амінокислот, бокові ланцюги яких можуть брати участь в утворенні водневих зв'язків, складає 25 % від загального числа амінокислотних залишків інгібітору трипсину зерна амаранту. Для STI ця величина складає 23%.

Література

1. Сыновец А.С. Ингибиторы протеолитических ферментов в медицине / А.С. Сыновец, А.П. Левицкий – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Здоровья, 1985. – 72 с.
2. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. М.: ДеЛи принт. – 2002. – 335 с.
3. Марри Р., Греннер Д., Мейес П. Биохимия человека. – Т. 2. – М.: Мир, 1993. – 414 с.
4. Мосолов В.В., Валуева Т.А. Растительные белки ингибиторы протеолитических ферментов. М.: ВИНИТИ. – 1993. – 207 с.
5. Johnny Brandt, Lars-Olov Andersson and Jerker Porath. Covalent attachment of proteins to polysaccharide carriers by means of benzoquinone. – Biochimica et Biophysica Acta, 1975. – V. 386. – P. 196-202.
6. Агромонов А. Е., Шабаров Ю. С. Лабораторные работы в органическом практикуме. – М.: изд. МГУ. – 1971. – С. 275.
7. Perrin D. D., Armarego W. L. F., and Dawn R. Perrin. Purification of Laboratory chemicals. – Pergamon Press-Oxford. – 1966. – P. 181.
8. Скоупс Р. Методы очистки белков: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – с.258.
9. Остерман Л. А. Методы исследования белка и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). – М.: Наука, 1981. – С. 288.
10. E. F. Hartree. Determination of protein: A modification of the Lowry method that gives a linear photometric response//Analytical Biochemistry. – 1972. – V. 48. – P. 422 – 427.
11. В.В. Мосолов, Е.Л. Малова, А.Н. Чебан. Выделение из семян фасоли специфического ингибитора сериновых протеиназ микроорганизмов // Биохимия. – 1983. – Т. 48. – Вып. 10. – С. 1680 – 1686.

УДК 536.422

КИНЕТИКА СУШКИ ЗЕРНА В СПЛЗЯЮЩЕМ ТОНКОМ СЛОЕ В ПОЛЕ ЛАМПОВЫХ ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Лебедев Д.П., д-р техн. наук, профессор, Краусп В.Р., д-р техн. наук, профессор
Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва

Определена кинетика нагрева тонкого сплзяющего слоя зерна на наклонной поверхности в спектре ИК-излучения.

It is determined kinetic heating of a thin slipping layer of a grain on an inclined surface in a spectrum of IK-radiation.

Ключевые слова: зерно, слой, кинетика нагрева, ИК-излучение.

Научно-практические основы и методы исследований периодической инфракрасной сушки материалов рассмотрены в [1,2]. В [2,5] предложена непрерывная ИК-сушка зерна в слое более 10 мм. В [4] рассмотрена импульсная ИК-сушка в слое толщиной в 1 зерно. Однако исследования [2,4,5] получены без данных учета спектральных характеристик источника излучения и проницаемости зерна. В [6] представлена схема сушки зерна при инфракрасном энергоподводе в падающем тонком слое в поле ИК-излучения, обеспечиваемого лампами. Ввиду плохой механической прочности и надежности ИК-ламп до сих пор их использование при сушке пищевых продуктов зерновых материалов не находило широкого применения [2]. Однако исключение этого недостатка позволит создать мобильные сушильные установки непрерывного действия для малой и средней производительности.

На рис. 1 представлена схема такой сушилки. Сушилка состоит из двух секций: сушильной камеры 1, секции подогрева и отлежки. При заполненной секции 2 зерно дозаторами 3 подается в тонком слое в 2-3 зерна на перфорированной наклонной поверхности 4 сушильной камеры 1, откуда зерно в сплзяющем тонком слое, облучаемое ИК-лампами 5, подсыхает и сыпается в емкость сбора 6. Из емкости сбора норийей 7 вводится в секцию сушилки 2. ИК-нагрев регулируется приближением ламп к сплзяющему слою зерна.

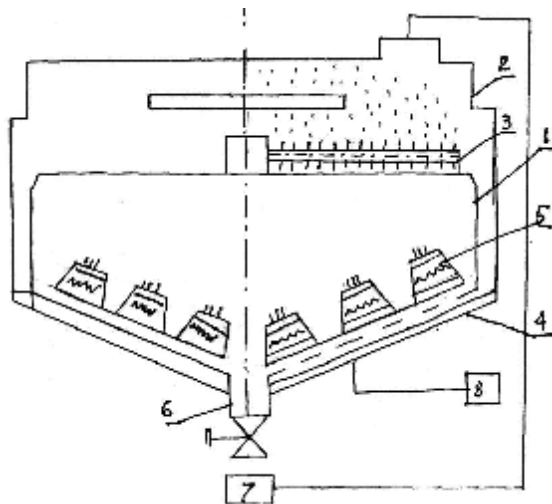


Рис. 1 – Общий вид сушилки

Для более упорядоченного прижатия зерна к наклонной перфорированной поверхности через отверстия в ней осуществляется откачка теплого воздуха побудителем 8 с дальнейшим возвратом в секцию 2 для подогрева зерна.

В качестве электрических ламп взяты инфракрасные лампы Philips Infrared мощностью 175 Вт.

Лампы имеют высокопрочные излучаемую поверхность и корпус. Конструкция ламп полностью исключает их разрушение. Важным практическим вопросом является рассмотрение характеристик и функционирования основных элементов установки.

Кинетика нагрева зерна в сползающем слое при ИК-энергоподводе. С помощью созданного газового устройства были исследованы различные процессы терморadiационной обработки зерна [6]. На рис. 2 представлены кривые изменения температуры внутри зерна от высоты расположения H цоколя лампы от слоя зерна.

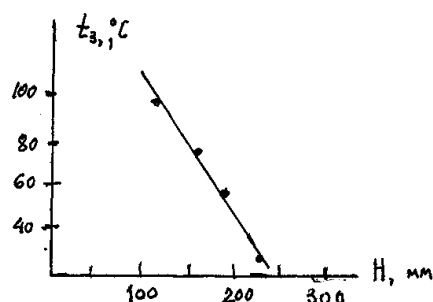


Рис. 2 – Изменение температуры зерна от высоты положения цоколя лампы H от слоя зерна

Температура зерна измерялась установленной в него медь-константановой термопарой диаметром 0,1 мм. Время прогрева зерна учитывалось при выборе скорости перемещения зерна в сползающем слое по наклонным поверхностям, рис. 1.

Спектральные характеристики ИК-горелки и зерна.

Организация энергоэффективной инфракрасной сушки, как отмечено в [1,2], требует глубокого изучения оптических характеристик объектов сушки, к числу которых относится проницаемость.

В [1,2] для пшеницы рядовой IV типа с содержанием сырой клейковины – 25 % влажностью 14,3 %, качеством II группы удовлетворительно крепкой, всхожестью 98 % проведено определение коэффициента проницаемости в инфракрасном спектре.

В соответствии с выбранной толщиной сползающего слоя в установке, рис. 1 (2-3 диаметра зерна) при воздействии радиационного ИК-излучения получены коэффициенты проницаемости единичного зерна в диапазонах ИК-спектра. Спектральные характеристики ИК-лампы представлены на рис. 3.

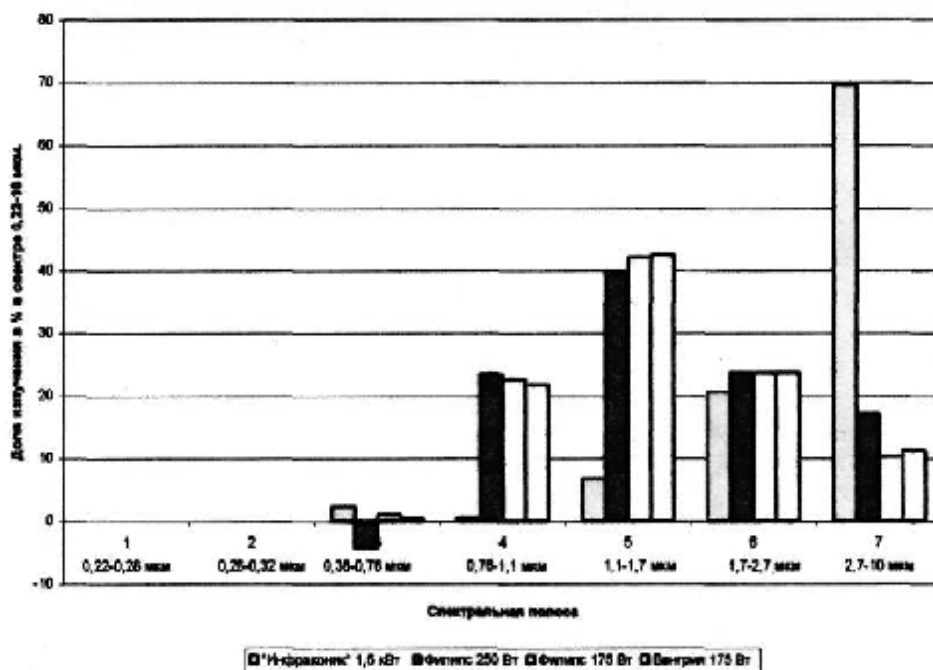


Рис. 3 – Диаграммы спектральных составляющих различных ИК-излучателей

На рис. 4 представлено распределение потока ИК-излучения от лампы на облучаемую поверхность.

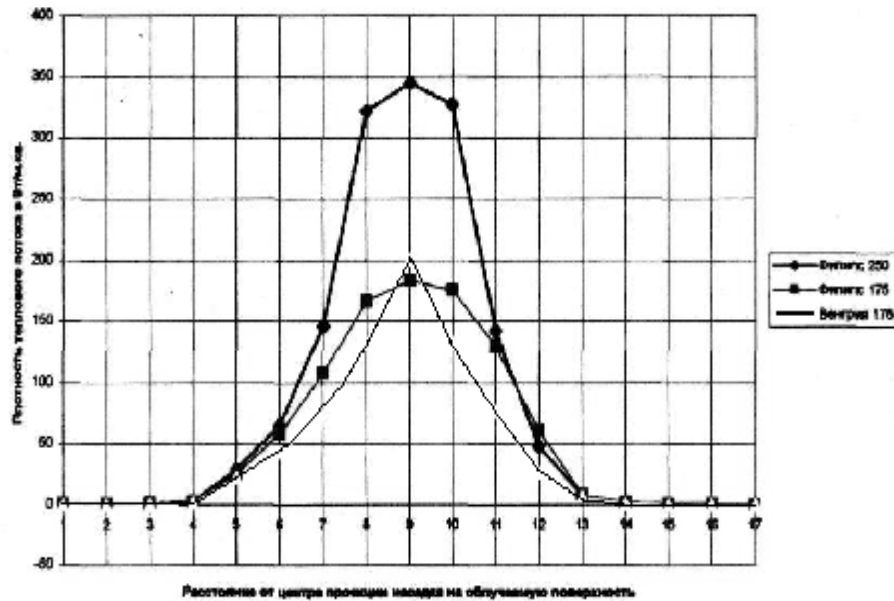


Рис. 4 – График плотностей теплового потока от ИК-ламп Philips 250 Вт, 175 Вт и Tungsram 175 Вт высота подвеса 0,945 м, спектр 0,22-10 мкм

Кинетика сушки зерна.

На рис. 5 показана кривая – сушки зерна в поле ИК-излучения от электрических ламп. Формирование движения тонкого ползущего слоя зерна

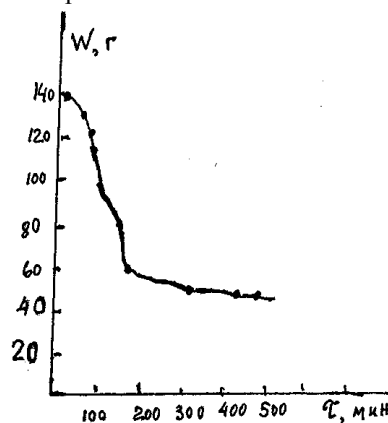


Рис. 5 – Кривая сушки

Для нагрева ползущего тонкого слоя зерна использовали перфорированные наклонные поверхности, основания сушилки, рис. 1. Чтобы увеличить время термообработки зерна, применяли разрежение и вводили поток воздуха, рис. 1, прижимающий слой к перфорированной поверхности.

Как и в [8] найдена эффективность установки. Для сушки производительностью 0,5-1,5 т/ч из расчета 40 мин., изменение влажности происходило с 20 до 14 %. Влагосъем за цикл (0,8-1,1) %. Экспериментальная установка имела следующие габаритные размеры: высота 2,5 м, ширина 1,25 м.

Литература

1. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами. М.: Госэнергоиздат, 1955, - 232 с.
2. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. М: Пищевая промышленность, 1966,- 408 с.
3. Лебедев Д.П., Пенкин А.А. Исследование зерна пшеницы в инфракрасном спектре. Сборник научных трудов ОНАПТ. Вып.29. Одесса: Одесская национальная академия пищевых технологий, 2006, с. 30-33.
4. Проничев С.А. Импульсная инфракрасная сушка семенного зерна. Автореф. дисс ... канд. техн. наук. М., 2007,- 21 с.

5. Рудобашта С. П., Проничев С.А. Осциллирующая инфракрасная сушка семенного зерна. Сборник научных трудов ОНАПТ. Вып.29. Одесса: Одесская национальная академия пищевых технологий, 2006, с. 25-50.
6. Лыков А.В. Теория сушки. М: Энергия, 1968,- 471 с.
7. Лебедев Д.П., Голубкович А.В. Установка сушки зерна в тонком падающем слое при радиационно-конвективном энергоподводе. Одесская национальная академия пищевых технологий, 2007, Сборник, выпуск 30, том II, с.112-115.
8. Лебедев Д.П. Вопросы организации кинетики нагрева зерна в условиях сползающего слоя при ИК-сушке. Одесская национальная академия пищевых технологий, 2008, Сборник. Выпуск 34, том I, с.63-65.

УДК 636.085.552:636.7/8

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОГИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН – КІШОК

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Бордун Т. В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розроблено технологію виробництва вологих комбікормів для кішок на основі раніше розроблених рецептів із введенням широкого спектру вихідної сировини. Проведено комплексну оцінку розроблених вологих комбікормів (паштетів) для кішок.

Technology of production of the moist mixed fodders for cats is developed on the basis of the developed recipes with introduction of wide spectrum of initial raw material. The complex analysis of the developed moist mixed fodders (pastes) for cats is conducted.

Ключові слова: сировинна база, рецепт, технологія, якісні характеристики.

Ринок комбікормів для домашніх тварин в Україні насичений в основному продукцією західного виробництва, на частку вітчизняних комбікормів припадає лише 5 %. Проте досвід використання імпортованих кормів показує, що високоякісний корм дорогий для основної маси споживачів, а дешевий в більшості випадків характеризується низькою якістю. В той же час асортимент вітчизняних комбікормів, які пропонують виробники споживачам є дуже скромним, не завжди відповідає вимогам ринку і не витримує конкуренції. Тому, промислове виробництво комбікормів для кішок з використанням вітчизняної сировини, являє собою значний економічний і соціальний інтерес. При цьому необхідно враховувати фізіологію тварин, їх вік, породу, фізичні навантаження, кліматичні умови утримання і ряд інших факторів, які відіграють важливу роль при складанні раціонів їх годівлі.

При виборі напрямку досліджень з розробки рецептів і технології виробництва комбікормів для кішок ми надали перевагу вологим комбікормам. Асортимент вологих комбікормів для кішок на ринку України у порівнянні з сухими дуже малий, і як правило, це продукція західного виробництва. Дивлячись на те, що термін придатності таких кормів не тривалий, західні виробники упаковують і реалізують вологий комбікорм у металевих банках або в упаковках single serve («порційна» розфасовка). Все це значно підвищує вартість продукції на шляху надходження товару на полиці роздрібних торгових мереж і до українського споживача. В зв'язку з цим розробка технології виробництва вологих комбікормів для кішок у вітчизняних умовах є надзвичайно актуальною. Вітчизняні вологі комбікорми для кішок на ринку України представлені переважно у вигляді ковбас, заморожених субпродуктів, м'ясокісткового фаршу. Дані корми виготовляють приватні підприємці і деякі м'ясокомбінати, причому в більшості випадків вони не високої якості. Метою даних досліджень стало вивчення особливостей технології підготовки вихідної сировини і розробка технології виробництва конкурентоспроможного волого комбікорму для кішок на основі вітчизняної сировини. Проте, аналіз основної сировинної бази для виробництва даної групи комбікормів, а саме вторинних ресурсів м'ясо-жирового та рибопереробного виробництва на предмет терміну зберігання, вказує на необхідність запровадження більш жорстких умов теплової обробки. Таким чином необхідно запропонувати такий спосіб обробки готового комбікорму, який би дозволив зберегти хороші смакові якості, був зручним при згодовуванні і безпечним за тривалого терміну зберігання. Завдяки цьому відкривається перспектива виробництва комбікормів у вигляді консервів для домашніх тварин – кішок.

Першочерговим етапом при розробці технології виробництва вологих комбікормів для домашніх тварин (кішок) є розробка їх рецептів. Задача розробки рецептів полягає в тому, щоб встановити співвідношення компонентів вологого комбікорму, як з точки зору складу готового комбікорму за основними поживними речовинами у відповідності з вимогами норм і рекомендаціями годівлі домашніх тварин (кішок), так і з точки зору споживчих переваг одержаного комбікорму. В результаті проведених розрахунків було розроблено ряд рецептів вологих комбікормів (паштетів) для кішок в залежності від їх вартості, фізіологічного стану та віку [1].

При складанні рецептів вологих комбікормів (паштетів) для кішок було використано широкий спектр вихідної сировини, яку за певними ознаками можна умовно розподілити в декілька окремих груп: сухі компоненти (зернові компоненти, сухі білкові компоненти, біологічно активні добавки), рідкі компоненти (вологі компоненти (м'ясо та м'ясні субпродукти, риба та продукти її переробки, овочі) та жири (тваринні жири, рослинні олії, риб'ячий жир)) (рис. 1).



Рис. 1 – Сировинна база для виробництва вологих комбікормів для кішок

У відповідності із структурною схемою виробництва вологих комбікормів для кішок (рис. 2) більш детально розглянемо технологію підготовки вихідних компонентів і технологію виробництва вологих комбікормів для кішок.

В якості **сухих компонентів** використовують зернові компоненти, сухі білкові компоненти та біологічно активні добавки.

Зернові компоненти в процесі виробництва вологих комбікормів піддають термічній обробці, в результаті чого відбуваються значні зміни оброблюваної сировини, починаючи від зміни фізичних властивостей, поліпшення смакових якостей, підвищення кормової цінності і закінчуючи стерилізацією зерна. З цієї метою очищені зернові компоненти здрібнюють до розмірів частинок 3-4 мм, дозують та змішують. Одержану суміш зернових компонентів пропарюють і екструдують. В результаті пропарювання температура пропареної суміші збільшується до 75-85 °С, при цьому вологість її складає (16-17) %. Одержаний екструдат охолоджують, подрібнюють і просіюють з метою одержання мучнистої фракції суміші зернових компонентів [2, 3].

Процес підготовки **сухих білкових компонентів та біологічно активних добавок** (молоко сухе, порошок яєчний, дріжджі кормові, дріжджі пивні, борошно кісткове, борошно м'ясокісткове, борошно рибне, водорості, борошно трав'яне, висівки пшеничні, зародок пшеничний, премікс, таурін та ін.) здійснюють згідно «Правил ведення технологічного процесу на комбікормових заводах». Підготовлені компоненти дозують і змішують з метою одержання попередньої суміші сухих білкових компонентів та біологічно активних добавок [3].

В якості **рідких компонентів** використовують **вологі компоненти** (м'ясо та м'ясні субпродукти, рибу та продукти її переробки, овочі) та жири (тваринні жири, рослинні олії, риб'ячий жир).

М'ясо (м'ясо яловиче, м'ясо птиці, м'ясо кроля), **яловичі субпродукти I та II категорій** (наприклад, легені, серце, печінка, рубець, нирки та ін.), **субпродукти птиці** перед приготуванням розморожують (при необхідності), перевіряють. Далі сировину піддають обвалюванню, жилюванню, подрібненню на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм, субпродукти використовують як в сирому так і в бланшованому вигляді. При використанні кролятини та курятини необхідно попередньо видалити трубчасті кістки.

Режими технологічного процесу підготовки м'ясної сировини при виробництві вологих комбікормів (паштетів) для кішок наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Режими технологічного процесу підготовки м'ясної сировини при виробництві вологих комбікормів (паштетів) для кішок

Сировина	Технологічний процес, режими
1	2
М'ясо (розморожують при необхідності):	
м'ясо яловиче	обвалюють, жилують
м'ясо птиці, кроля	видаляють трубчасті кістки, промивають
Яловичі субпродукти I та II категорій (розморожують при необхідності):	
печінка	жилують, нарізають на шматки масою 300-500 г, промивають в холодній воді, та/або бланшують при кипінні протягом 15-20 хв, ГМ (1:3)
серце	вимочують або промивають холодною водою, та/або варять протягом 3-4 год при температурі 95 °С до розм'якшення, та/або бланшують при кипінні 60 хв, ГМ (1:3)
легені	вимочують, та/або нарізають на шматки масою 300-400 г і бланшують при кипінні 60 хв, ГМ (1:3)
нирки	жилують, розрізають вздовж пополам (або на 4-16 частин), ретельно промивають або вимочують в холодній проточній воді, до видалення властивого їм запаху, та/або бланшують при кипінні протягом 5-10 хв, ГМ (1:1)
рубць	миють в теплій (50-60) °С воді, зачищають, нарізають на шматки масою 0,5-1,5 кг, та/або бланшують при кипінні протягом 60 хв, ГМ (1:3)
мізки	промивають, та/або бланшують в кип'ячій воді 10-15 хв, ГМ (1:3)
м'ясо діафрагми та м'ясні обрізки	оглядають, жилують і миють в чанах або мийних барабанах
селезінка	очищують, жилують і миють в чанах або мийних барабанах, та/або бланшують при кипінні 60 хв, ГМ (1:3)
вим'я	звільняють від залишків жиру, розрізають на шматки масою 300-400 г, та/або бланшують 40 хв, ГМ (1:3)
Субпродукти птиці (розморожують при необхідності):	
печінка, серце, м'язовий шлунок	очищають, миють в проточній воді, та/або бланшують до розм'якшення, ГМ (1:3)

Після бланшування яловичі субпродукти I та II категорій та субпродукти птиці охолоджують до температури не вище 12 °С [3-5].

Кістковий бульйон одержують після виваріння кісток, для приготування якого трубчасту рядову кістку, кулаки від трубчастих кісток промивають в проточній холодній воді, рядову кістку миють, подрібнюють, кістки завантажують в двостінний котел, заливають водою при гідромодулі 1:3 і варять протягом 3,5-4 год при температурі (95-96) °С, після закінчення варіння бульйон відстоюють і видаляють з поверхні жир, одержаний бульйон очищують, фільтрують на сітчастих фільтрах з отворами діаметром 0,7-0,8 мм [3, 5].

Процес підготовки **риби та продуктів її переробки** (наприклад, кілька чорноморська, скумбрія, оселедець та ін.) також розпочинають з дослідження її за органолептичними показниками. Розморожену (при необхідності), оглянуту сировину очищують, промивають. Велику рибу додатково піддають очищенню від луски, нутрощів, відділенню великих кісток і подрібненню на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм [3, 6].

Овочі (морква, буряк, картопля, кабак, цикорій та ін.) як і всі попередні види сировини повинні бути свіжими, не в'ялими, не пліснявими, без сторонніх запахів, добре промиті в чистій воді. Овочі піддають калібруванню, миють в проточній воді, очищенню, повторно миють, видаленню пошкоджених місць (при необхідності), нарізанню та/або бланшуванню, подрібненню на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм [3, 8].

Процес підготовки **жирів (жирової композиції)**, яка являє собою емульговану та стабілізовану суміш із збалансованим жирнокислотним складом, а саме за вмістом лінолевої та ліноленової, лінолевої та арахідонової кислот, включає в себе процес очищення, підігрівання (тваринні жири), дозування і змішування з попередньо очищеною і здозованою рослинною олією та/або риб'ячим жиром, а також з антиокси-

слювачем та емульгатором. Одержану суміш змішують, емульгують і подають у фаршемішалку для подальшого приготування комбікорму [3, 7].

Попередньо підготовлену м'ясну сировину – розморожену або охолоджену – (сире м'ясо, сирі та/або охолоджені яловичі субпродукти I та II категорій, сирі та/або охолоджені субпродукти птиці та/або рибу або продукти її переробки) подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм, а потім обробляють у кутері протягом 5-8 хв до отримання однорідної мазеподібної маси. При цьому спочатку завантажують більш грубу сировину (наприклад, рубець), потім більш м'яку і лускоподібний заморожений кістковий бульйон в кількості 5 % від маси основної м'ясної та/або рибної сировини. Потім додають суміш сухих компонентів, овочі (здрібнені на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм), жирову композицію. У процесі кутерування рівномірно доливають кістковий бульйон.

Підготовлений фарш (паштетну масу) фасують в попередньо підготовлену металеву та/або скляну тару, герметично закупорюють. Закупорені банки завантажують в автоклавні корзини і передають на стерилізацію при відповідних режимах, охолоджують, сортують, термостатують (витримують 15 діб), розбраковують, етикетують і направляють на реалізацію [8].

Процес виготовлення консервів з моменту обробки сировини до початку стерилізації не перевищує 2 години, а від закупорювання до початку стерилізації – не більше 30 хв. Режими стерилізації консервованих паштетів залежать від їх рецептів, виду і розміру тари [9, 10].

У відповідності з розробленими рецептами та структурною схемою (рис. 2) в лабораторних умовах були одержані дослідні зразки вологих консервованих комбікормів для домашніх тварин (паштетів для кішок) і вивчені основні показники якості: органолептичні, фізичні, хімічні і мікробіологічні. Також в умовах *in vitro*, був проведений ферментативний гідроліз комбікормів протеолітичними ферментами: пепсином, трипсином і хімотрипсином. В результаті було зроблено висновок, що одержані вологі консервовані комбікорми для домашніх тварин (паштети для кішок) характеризуються приємним зовнішнім виглядом і запахом, за вмістом основних поживних речовин повністю відповідають вимогам і нормам годівлі домашніх тварин (кішок) і не містять патогенної мікрофлори, мають високий ступінь перетравленості і, відповідно, високу засвоюваність поживних речовин комбікорму.

На даній підставі були проведені промислові випробування на підприємстві ТОВ «Кит Плюс» по одержанню дослідних зразків вологих консервованих комбікормів для домашніх тварин (паштетів для кішок). В результаті проведених промислових випробувань були одержані дослідні зразки вологих консервованих комбікормів – паштетів для кішок, проведена оцінка якості одержаних продуктів. При оцінюванні якості контролювали органолептичні, фізичні, хімічні та мікробіологічні показники якості, які наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники якості вологих комбікормів (паштетів) для кішок

Найменування показників	Характеристика			
	Для кошенят	Для дорослих кішок	Для кішок у період стресу	Для старіючих кішок
Органолептичні показники				
Консистенція	Однорідна пастоподібна маса			
Колір	Коричнево-сірий			
Запах	Яскраво виражений, властивий набору компонентів			
Фізичні властивості				
Масова частка вологи, % не більше	80			
Хімічні властивості				
Сирий протеїн, %	9,52	7,0	8,97	6,05
Сирий жир, %	6,97	4,5	5,63	2,72
Сира клітковина, %	0,20	0,31	0,24	0,64
Сира зола, %	1,54	2,34	1,86	1,22
Кальцій, %	0,26	0,21	0,27	0,16
Фосфор, %	0,20	0,19	0,22	0,14
Аргінін, мг	572	422	543	361
Лінолева кислота, г	1,35	1,01	1,32	0,99
Арахідонова кислота, г	0,03	0,02	0,03	0,02
Вітамін А, МО, не менше ніж*	150	120	150	120

Закінчення таблиці 2

Найменування показників	Характеристика			
	Для кошенят	Для дорослих кішок	Для кішок у період стресу	Для старіючих кішок
Вітамін D, МО, не менше ніж*	15	10	15	10
Вітамін E, мг, не менше ніж*	1,5	1,0	1,3	1,0
Таурин, мг, не менше ніж*	62	54	54	50
Перетравленість білка, %	83,1	81,3	82,7	82,9
Мікробіологічні властивості				
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,1 г	Не виявлені			
Патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду Сальмонела, в 25 г	Не виявлені			
Плісневі гриби, КУО/г не більше	Не виявлені			
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г не більше	Не виявлені			
Дріжджі, КУО/г не більше	Не виявлені			

* літературно обґрунтовані дані

За органолептичними показниками вологі комбікорми характеризуються привабливим зовнішнім виглядом і запахом характерним набору компонентів. За вмістом основних поживних речовин вологі комбікорми відповідають вимогам, які висувають до вологих кормів імпортного виробництва.

Термін зберігання даного продукту складає 24 місяці.

Під час процесу виробництва вологого комбікорму (паштету) для домашніх тварин згідно з даною структурною схемою (рис. 2) використовується стандартне обладнання, яке застосовується при виробництві паштетів, ковбас, м'ясо-овочевої консервної продукції.

Таким чином, виробництво вологого комбікорму (паштету) для кішок може бути реалізоване в будь-яких консервних цехах, які займаються виробництвом паштетів, м'ясних і м'ясо-овочевих консервів, без зміни технологічних схем і обладнання, які застосовуються у виробництві.

Література

- Егоров Б.В., Мардар М.Р., Бордун Т.В. Особенности формирования рецептов комбикормов для домашних животных // Зернові продукти і комбікорми. – 2004. – № 4. – С. 33 – 38.
- Егоров Б.В., Мардар М.Р., Бордун Т.В. Совершенствование подготовки зернового сырья при производстве комбикормов для домашних животных // Зернові продукти і комбікорми. – 2005. – № 2. – С. 44 – 48.
- Егоров Б.В., Мардар М.Р., Бордун Т.В. Особенности технологии подготовки сировини при производстве влажных комбикормов для домашних животных // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. – Вип. 28. – Т. 1. – С. 22 – 25.
- Віннікова Л.Г. Теорія і практика переробки м'яса. – Ізмаїл: СМІЛ, 2000. – 172 с.
- Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов. – Киев: Фирма «ИНКОКС», 2006. – 600 с.
- Андрусеко П.И. и др. Технология рыбных продуктов / П.И. Андрусенко, А.С. Лысова, Н.И. Попов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 135 с.
- Гордизани В.С. Производство заменителей цельного молока. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
- Безуглова А.В., Касьянов Г.И., Палагина И.А. Технология производства паштетов и фаршей. – Москва: ИКЦ «Март» Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2004. – 304 с.
- Методичні вказівки по розробці режимів стерилізації та пастеризації консервів і консервованих напівфабрикатів, які виробляються підприємствами України, РД 10.03.02 – 88, 1998.
- Бабарин В.П. Стерилизации консервов: Справочник. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 312 с.

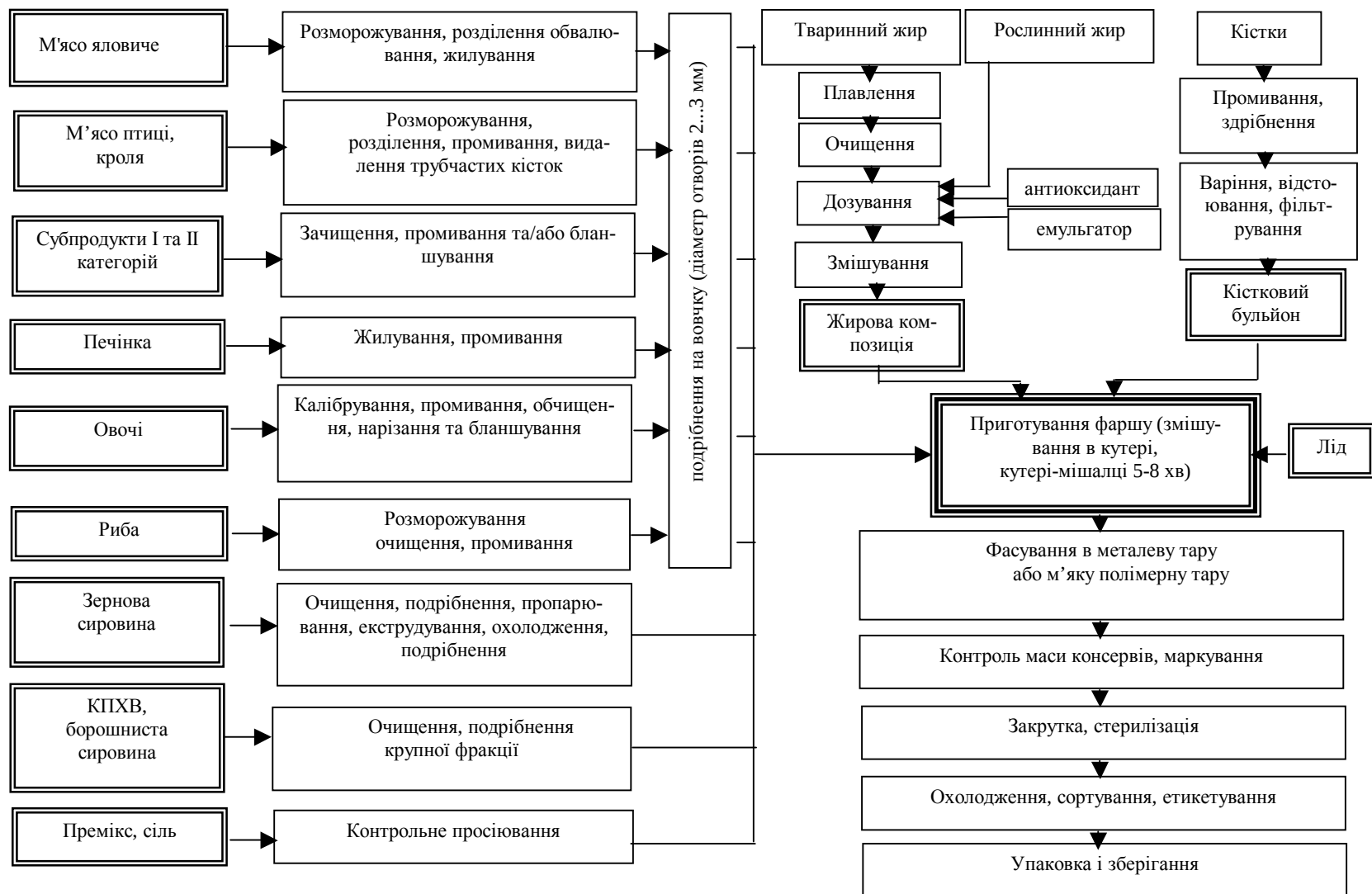


Рис. 2 – Структурна схема виробництва вологих комбікормів для кішок

ВПЛИВ РЕЖИМІВ СУШІННЯ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ

Овсянникова Л.К. канд. техн. наук, доцент, Євдокимова Г.Й., канд. техн. наук, доцент,
Черній В.О., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі подано результати дослідження впливу режимів сушіння на жирнокислотний склад гірчиної олії та вміст алілгірчиної олії і розробку на їх основі енергозберігаючих режимів сушіння гірчиці.

Conformity to laws of dependence of mustard seeds quality indicators of from drying are established. Effect of processes drying on fatty acid content of mustard oil and the maintenance of content of allilo-mustard oil is investigated.

Ключові слова: гірчиця, режими сушіння, показники якості, алілгірчинова олія

До олійних відносять культури, які містять понад 15 % жиру і використовуються для одержання олії. У насінні олійних рослин майже всі вуглеводи перетворюються у високомолекулярні з'єднання – жири, які після переробки використовуються в харчовому виробництві. В останні роки в Україні спостерігається тенденція до збільшення посівних площ під таку олійну культуру як гірчиця.

Гірчиця — це дрібнонасіннева олійна культура з родини хрестоцвітних, спектр використання якої в народному господарстві дуже широкий. Гірчицю вирощують в основному для одержання гірчиної олії та порошку, які у свою чергу використовуються для маринадів, приправ, соусів, майонезів. Гірчицю використовують у медичних цілях, а також для виробництва мийних засобів [1, 2]. Основна увага наукових досліджень зосереджена на селекції нових безерукових сортів з високим вмістом алілгірчиної олії.

Однак гірчиця істотно відрізняється від традиційної для України олійної культури – насіння соняшника – за фізичними і технологічними властивостями [3, 4]. Через значно менші розміри, високу сипкість і специфічний хімічний склад на хлібоприймальних підприємствах і елеваторах виникає ряд проблем. Особливо це стосується основної та найбільш енергоємної технологічної операції в післязбиральній обробці, яка дозволяє зберегти якість насіння, – теплового сушіння, адже в діючій «Інструкції із сушіння...» [5] режими сушіння для насіння гірчиці взагалі не наведені.

Метою роботи було дослідження впливу режимів сушіння на показники якості гірчиці білої (*Sinapis alba*) сорту Талісман та розробка на їх основі енергозберігаючих режимів сушіння.

Результати. Були вивчені закономірності зміни показників якості (жирнокислотний склад гірчиної олії і вміст алілгірчиної олії) гірчиці при сушінні.

Дослідження проводили в умовах, близьких до умов роботи найпоширеніших шахтних прямоочних і скрупульозних зерносушарок — у щільному шарі товщиною 100 мм при швидкості сушильного агента 0,4 м/с. Діапазон зміни температури сушильного агента склав 60...100 °С, що характерно для сушіння насіння технічного та харчового призначення. Початкова вологість насіння гірчиці була прийнята в діапазоні можливих значень в умовах післязбиральної обробки 11,6...18,0 %. Для визначення впливу режимів сушіння на якість насіння гірчиці проведений двофакторний експеримент (табл. 1). В усіх дослідах сушили насіння до вологості 7,0 %, критеріями оцінки якості обрані масова частка алілгірчиної олії *A*, глюкозинолатів *Г* та ерукової кислоти *Е*.

Встановлено, що процес сушіння сприятливо впливає на вихід олії, спостерігаються певні зміни жирнокислотного складу насіння гірчиці (дані наведені в табл. 1). Так, сушіння насіння гірчиці при температурі сушильного агента 100 °С, особливо при високій вологості, призводить до зниження масової частки алілгірчиної олії (з 0,81 до 0,20 %), зростання вмісту глюкозинолатів (з 55,62 до 79,87 мкмоль/г) та ерукової кислоти (з 7,15 до 7,86 %). Рациональною температурою сушильного агента є температура 60 °С, при якій спостерігається найменше зниження вмісту алілгірчиної олії (з 0,81 до 0,76 %) та глюкозинолатів (з 55,62 до 52,87 мкмоль/г), а також не відбувається зростання вмісту ерукової кислоти.

На основі проведених досліджень одержані рівняння регресії для обраних критеріїв *A*, *Г*, *Е* ефективності процесу сушіння при різних режимах:

$$A = -0,038 + 0,093\omega + 0,012t - 0,001\omega t; \quad (1)$$

$$Г = 38,92 - 1,53\omega + 0,10t - 0,03\omega t; \quad (2)$$

$$E = 12,41 - 0,40\omega + 0,07t - 0,01\omega t, \quad (3)$$

де *A*, *Г*, *Е* — масова частка алілгірчиної олії, глюкозанатів, ерукової кислоти відповідно %, мкмоль/г, %.

ω , *t* — вологість насіння і температура агента сушіння, відповідно °С, хв.

Таблиця 1 – Вплив режимів сушіння на показники якості насіння гірчиці

№ досліду	Умови досліду		Масова частка олії, %	Масова частка алілгірчиної олії, %	Масова частка глюкозинолатів, %	Жирнокислотний склад (масова частка, %)				
	вологість насіння ω , %	температура агента сушіння t , °C				пальмітинова	олеїнова	лінолева	ліноленова	ерукова
Насіння до сушіння			38,89	0,81	55,62	3,50	37,81	32,55	18,99	7,15
1	11,6	60	38,84	0,73	50,50	3,52	36,88	32,74	19,69	7,17
2	18,0	60	40,96	0,76	52,87	2,60	37,05	32,41	22,26	6,67
3	11,6	100	39,62	0,54	69,38	3,37	37,76	32,53	19,43	6,91
4	18,0	100	40,58	0,20	79,87	3,22	37,39	32,15	19,44	7,86
5	14,8	80	39,60	0,72	58,12	3,25	37,68	31,71	19,90	7,47

Всі коефіцієнти є значущими, а рівняння (1) – (3) адекватні з надійністю $r = 0,95$ описують вплив процесу сушіння на показники якості. Більш наочне уявлення про вплив факторів ω та t на критерії оцінки якості насіння гірчиці дають поверхні відгуку, подані на рис. 1.

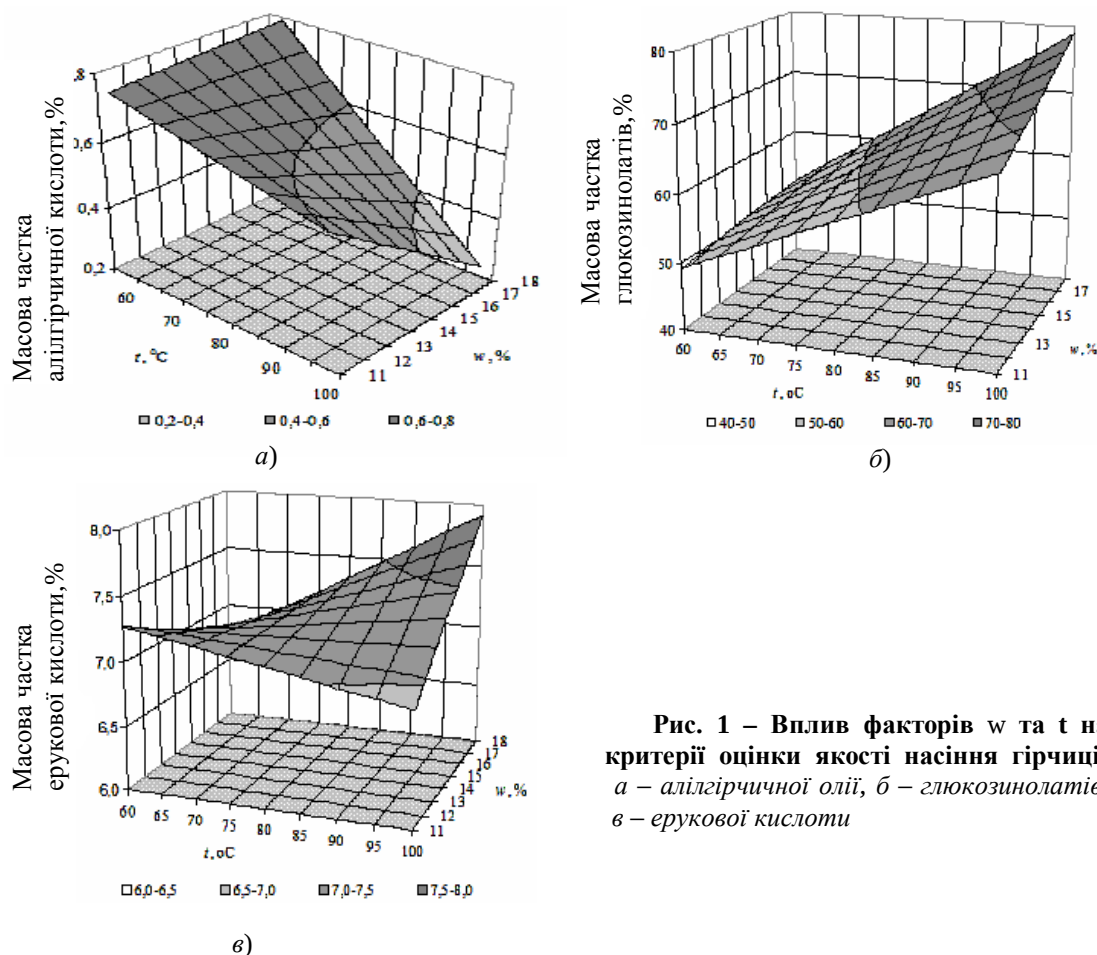


Рис. 1 – Вплив факторів w та t на критерії оцінки якості насіння гірчиці: а – алілгірчиної олії, б – глюкозинолатів, в – ерукової кислоти

Отримані рівняння, що описують деякі показники якості гірчиці, дозволили обґрунтувати раціональні режими сушіння.

З використанням отриманих нами рівнянь, що описують зміни показників якості гірчиці в процесі сушіння, рівнянь балансу по теплу й волозі [6], було проведено комп'ютерне моделювання процесу су-

шіння досліджених культур у найпоширеніших типах зерносушарок залежно від цільового призначення культур.

Сушіння насіння гірчиці проводять зазвичай в кінці червня і до середини липня. Температура навколишнього повітря може сягати в межах 15...30 °С. Залежно від параметрів навколишнього повітря значно коливаються витрати палива (табл. 2): чим вища температура і нижча відносна вологість навколишнього повітря, тим нижчі витрати палива.

Таблиця 2 – Витрати умовного палива та термічного ККД в залежності від параметрів повітря (t_0 , j_0) при прямоточному сушінні насіння гірчиці на зерносушарці 2хА1-ДСП-50

Параметри навколишнього повітря		Витрати умовного палива, В, кг ум. пал./пл.т	Термічний ККД, η , %
відносна вологість, ϕ_0 %	температура, t_0 °С		
50	15	15,5	49,04
	20	14,05	54,30
	25	12,52	60,83
	30	10,99	69,18
	15	15,61	48,94
60	20	14,08	54,18
	25	12,55	60,71
	30	11,02	69,04
	15	15,65	48,84
70	20	14,11	54,07
	25	12,57	60,58
	30	11,04	68,90
	15	15,68	48,74
80	20	14,14	53,96
	25	12,6	60,46
	30	11,06	68,76

Режими сушіння перевірені у виробничих умовах на ТОВ “Елеватор–Вигода” Одеської обл. і прийняті до використання в післязбиральній насіння гірчиці.

Висновки

На підставі проведених досліджень розроблені й рекомендовані для виробництва енергозберігаючі технології й режими сушіння насіння гірчиці, що забезпечують нормативні показники її якості та подальше надійне зберігання.

Література

1. ЗАТ “Група Сарепта” [Текст] / В.А. Хомутов // Масложир. пром-сть. – 2002. – № 2. – С.12-17.
2. Использование горчичного порошка из семян белой и сизой горчицы в производстве майонеза [Текст] / Л.И. Тарасова, В.Н. Григорьева, А.В. Стеценко и др. // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2003. – №11. – С. 41-42.
3. Овсянникова Л.К. Дослідження фізико-технологічних властивостей гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, А.В. Колісниченко // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 23-26.
4. Овсянникова Л.К. Особливості фізико-технологічних властивостей насіння різних сортів гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, В.О. Черній // Хранение и перераб. зерна. – 2009. – №5. – С.28-31.
5. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок [Текст]. – О.; К.: ДАК “Хліб України”, 1997. – 72 с.
6. Гинзбург А.С. Розрахунок і проектування сушильних установок харчової промисловості [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

УДК 636.085.55 : 66.022.32 – 021.632

ТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ НАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ ПРЕМІКСІВ

Сгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Макаринська А.В., канд. техн. наук., доцент,
Браженко В.Є., канд. техн. наук, ас.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто та визначено проблему існуючих технологічних способів підготовки комплексних наповнювачів при виробництві комбікормової продукції. Доведена доцільність використання комплексних наповнювачів з певною композицією компонентів у складі сумішей компонентів при виробництві комплексних преміксів.

The problem of existing technological ways of preparation basis for premiks is considered and defined by manufacture mixed fodder production. The expediency of use a complex basis for premiks with a certain composition of components as a part of mixes of components is proved by manufacture complex basis for premiks.

Ключові слова: комплексні наповнювачі, комплексні премікси, комбікормова продукція.

Отримання максимальної продуктивності, зниження собівартості тваринницької продукції на сьогодні можливо досягти лише за умови реалізації генетичного потенціалу сучасних порід, гібридів, кросів тварин та птиці. Для забезпечення високої продуктивності тварин та птиці спеціалісти комбікормової галузі розробляють програми годівлі з використанням у раціонах та комбікормах, збалансованих за вмістом не тільки білків, жирів, вуглеводів, але й вітамінів, мінеральних елементів, ферментів, каротиноїдів та інших біологічно активних речовин (БАР). Доведено, що введення окремих БАР безпосередньо в комбікорми менш ефективно, ніж їх використання у складі попередніх сумішей, преміксів. До складу преміксів входить від 70 % до 90 % наповнювачів [1 – 7]. Вітчизняні і закордонні виробники преміксів встановили доцільність використання при виробництві преміксів не одного наповнювача, а декількох видів наповнювачів (комплексних наповнювачів) [8 – 14].

Сучасні виробники застосовують комплексні наповнювачі з числа нейтральних кормових засобів, фізичні властивості яких в найкращій мірі відповідають оптимальним вимогам змішування з препаратами БАР. Практичний та теоретичний досвід спеціалістів свідчить, що для забезпечення рівномірного розподілу мікрокомпонентів у складі попередніх збагачувальних сумішей використовують наповнювач, який виконує дві функції: функцію носія та функцію розріджувача. Наповнювач - носій, має здібність максимально утримувати препарати БАР та запобігати розшаруванню сумішей у процесі змішування і транспортування. Наповнювач – розріджувач забезпечує сипкість суміші та сприяє створенню стабільних умов зберігання властивостей препаратів БАР.

Тому метою наших досліджень є покращення якості комплексних преміксів шляхом удосконалення технологічних способів підготовки комплексних наповнювачів.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

— вивчити та проаналізувати технологічні способи підготовки наповнювачів при виробництві преміксів;

— дослідити фізичні властивості комплексних наповнювачів з використанням сировини рослинного та мінерального походження;

— визначити певну композицію різних компонентів у складі комплексних наповнювачів.

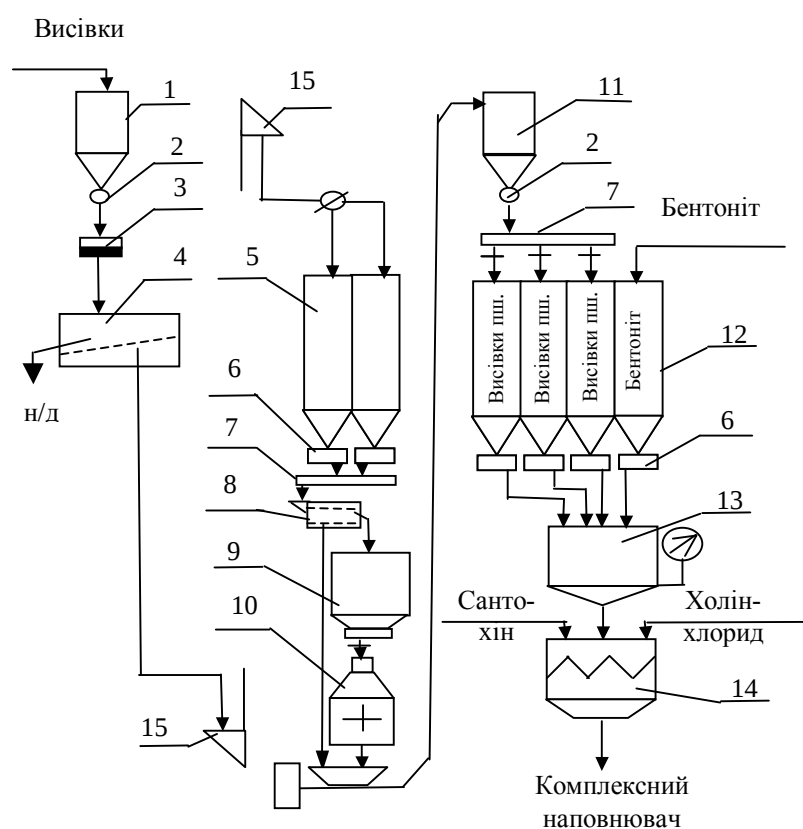
Відомо, що найчастіше застосовують комплексні наповнювачі, до складу яких входять носій та розріджувач. В якості носія використовують висівки пшеничні та/або муку пшеничну, муку рисову, муку кукурудзяну, муку ячмінну, шрот соєвий, шрот соняшниковий, дріжджі кормові тощо, а у якості розріджувача крейду кормову та/або сіль кухонну, трикальційфосфат, цеоліти природні, вапняк тощо. Співвідношення між носієм та розріджувачем може досягати від 90:10 до 70:30 та в кожному випадку підготовка комплексних наповнювачів при виробництві преміксів потребує наукового обґрунтування [6, 9, 11, 12].

Відомо, що при виробництві мінеральних преміксів використовують наповнювачі, які складаються з висівків пшеничних та верхового сфагнового торфу вологістю не більше 15 %; кормової крупки з філофори та кормового лігніну; шлам у дистилерній суспензії содового виробництва та крейди кормової; сапоніту та крейди кормової. При виборі композиції та складу комплексного наповнювача необхідно ураховувати, що кількість розріджувача, який додають до його складу, а також тривалість процесу змішування компонентів преміксу залежать від якості сировини, її фізичних властивостей, конкретної

групи рецептів преміксів.

Сучасні виробники преміксів при виробництві використовують у якості наповнювача комплексний наповнювач у співвідношенні носій (пшеничні висівки): розріджувач (крейда кормова або трикальцій-фосфат) від 90:10 до 50:50 [12]. При збільшенні відсотку введення крейди кормової до складу комплексного наповнювача погіршуються його технологічні властивості. Встановлено, що оптимальний вміст крейди кормової в складі таких наповнювачів знаходиться в межах (15...30) %.

Фахівцями Кубанського ДТУ (Росія) розроблено технологію виробництва комплексних преміксів, в яких в якості носія застосовують висівки пшеничні, а розріджувача - бентонітові глини (рис. 1) [12]. Введення бентоніту до складу компонентів за масою (18,0...20,0) % від маси готового продукту здійснюють перед дозуванням макрокомпонентів, що дозволяє зменшити енерговитрати на виробництво преміксів та покращити якісні властивості компонентів при зберіганні [10, 12]. Але введення бентоніту та його змішування з компонентами на кінцевому етапі виробництва преміксів не дає можливості коригувати вміст компонентів у складі комплексного наповнювача відповідно до фізичних властивостей різних форм препаратів БАР. Масу розріджувача - бентонітові глинопопорошки, які необхідно додати до складу комплексного наповнювача, розраховують для конкретної групи рецептів. Встановлено, що введення бентонітових глинопопорошків не повинно перевищувати 20 %.



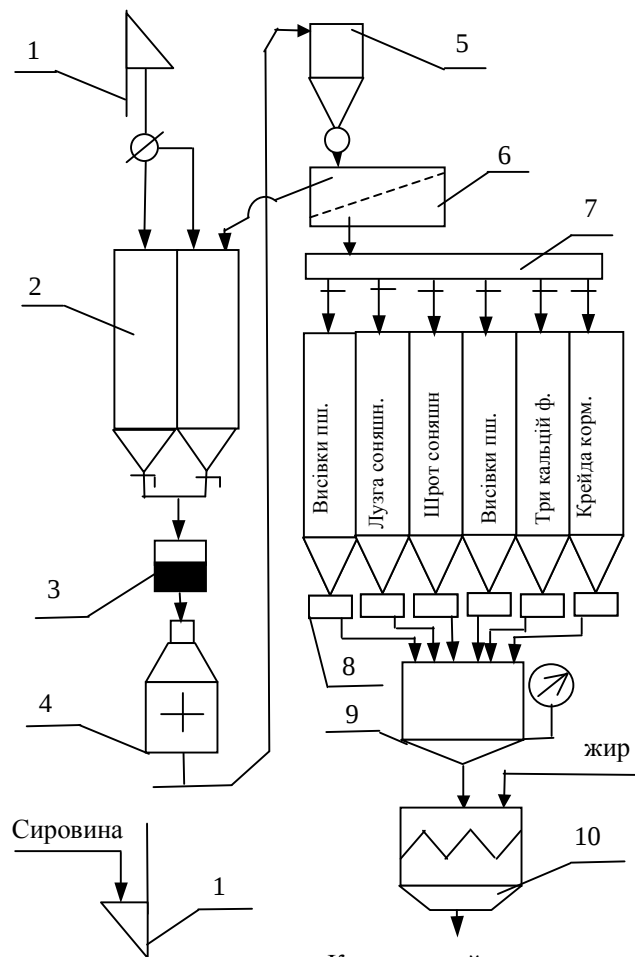
- 1 – фільтр-циклон; 2 – шлюзовий затвор; 3 – магнітний сепаратор; 4 – просіювач;
 5 – оперативні бункери; 6 – живильники; 7 – конвеєр; 8 – просіювач; 9 – наддобрарний бункер;
 10 – молоткова дробарка; 11 – циклон-розвантажувач; 12 – наддозаторні бункери;
 13 – багатоконпонентний дозатор; 14 – змішувач періодичної дії; 15 – норія.

Рис. 1 – Технологічна схема підготовки комплексних наповнювачів

НВФ „Комбіко-Силувіт” сумісно з фахівцями ОНАХТ розроблена технологія підготовки комплексного наповнювача, який складається з висівок пшеничних та вапнякової муки.

Використання сухого нейтрального наповнювача розріджувача – вапнякової муки у складі комплексного наповнювача, в певному співвідношенні, впливає на перерозподіл вологи в готовому комплексному наповнювачі, що дозволяє одержати наповнювач із заданим значенням масової частки вологи в межах від 8 % до 10 % (рис. 2) [2].

Технологія підготовки компонентів для комплексного наповнювача преміксів передбачає застосування технологічних процесів очистки від некормових, металевих домішок, фракціонування, подрібнення крупної фракції висівок пшеничних в молотковій дробарці, де можливе зменшення вмісту води до 2 % та зберігання подрібнених частинок наповнювачів в бункерах з метою отримання вмісту води від 9,5 % до 10,0 %, які використовують у якості носія.



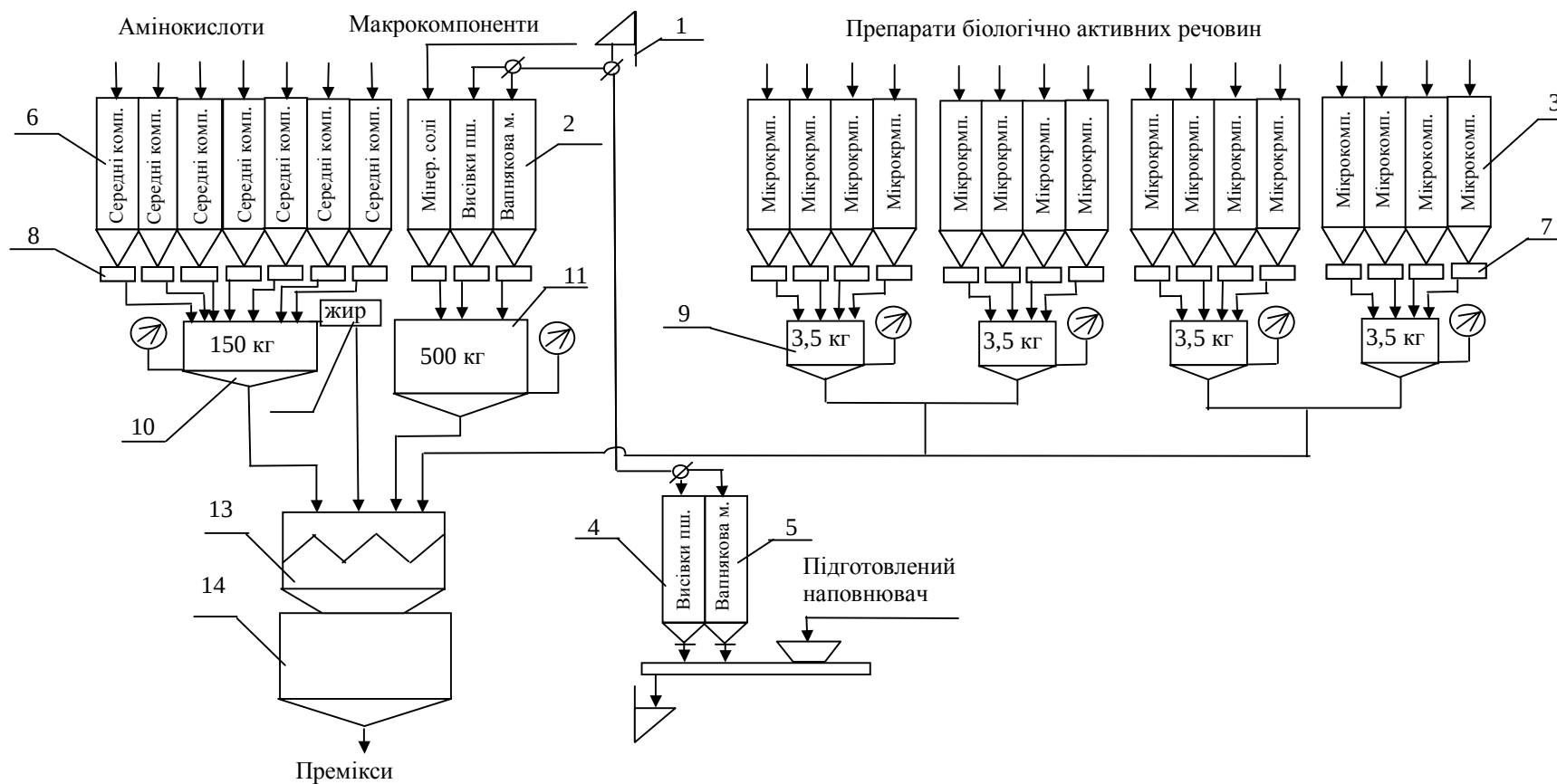
Комплексний наповнювач

1 – норія; 2 – наддробарні бункери; 3 – магнітний сепаратор; 4 – молоткова дробарка;
5 – циклон - розвантажувач; 6 – просіювач; 7 – конвеєр; 8 – наддозаторні бункери;
9 – багатоконтактний дозатор; 10 – змішувач періодичної дії.

Рис. 2 – Технологічна схема підготовки комплексних наповнювачів

Особливість способу підготовки наповнювача - контроль крупності здрібнення компонентів, доподрібнення крупної (сходової) фракції. Це дозволяє отримати частинки наповнювача однакового розміру, що створює умови їх рівномірного розподілу у складі сумішей компонентів готової продукції. Композиція сировини органічного та мінерального походження дає можливість урахувати фізичні властивості всіх компонентів. У головний змішувач періодичної дії для покращення фізичних властивостей продукції за 2 хвилини до завершення циклу змішування компонентів насосом - дозатором додають 2 % жиру (рис. 2) [6].

При виробництві преміксів на заводі преміксів у м. Кременчук (Полтавська обл. України, «ООО КреМикс») до складу суміші компонентів додають розріджувач (вапнякову муку) на кінцевому етапі змішування – отримання готової продукції. Компоненти змішують у спеціальному швидкісному змішувачі типу MultiMixer 500-L виробництва фірми Ван Аарсен (Голандія), що забезпечує однорідність у співвідношенні 1:100000. Технологією передбачено застосування технології виробництва преміксів за схемою одноступеневого змішування компонентів, яка наведена на рис. 3. Композиція компонентів наповнювача встановлюється в залежності від конкретної групи рецептів.



1 – норія; 2 – наддозаторні бункери для наповнювачів; 3, 6 – наддозаторні бункери для компонентів;
 4, 5 – оперативні бункери для висівок пшеничних; 7 – гвинтові живильники з кроковим двигуном; 8 – гвинтові живильники з асинхронним двигуном;
 9, 10, 11 – багатокомпонентні дозатори; 12 – бак для жиру ємністю 18 л.; 13 – змішувач типу Multi-Mixer 500-L; 14 – бункер для готової продукції

Рис. 3 – Технологічна схема виробництва преміксів

Спеціалісти виробничої компанії «ООО «НИКОМИКС»» передбачили при виробництві преміксів, об'ємною масою яких до 400 кг/м³, введення розріджувача – вапнякову крупку, який має об'ємну масу до 1400 кг/м³, в головний змішувач компонентів для збільшення об'ємної маси преміксів, яка наближається до об'ємної маси комбікормів, зокрема до 700 кг/м³.

Практичний досвід свідчить, що збільшення кількості висівок пшеничних за масою у складі комплексних наповнювачів більше 75 % призводить до одержання суміші, фізичні властивості якої не відповідають умовам, які пред'являються до наповнювачів за вмістом масової долі вологи при виробництві преміксів (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізичні властивості комплексних наповнювачів преміксів

Масове співвідношення між носієм та розріджувачем	Масова частка вологи, %	Середній розмір частинок, мм	Насипна об'ємна маса, кг/м ³	Щільність, кг/м ³	Кут природного відкосу, град.
Висівки пшеничні : крейда кормова					
80 : 20	7,17	-	495	-	45,5
70 : 30	6,19	-	538	-	46,5
60 : 40	5,31	-	599	-	47,0
50 : 50	4,47	-	641	-	47,5
40 : 60	3,65	-	672	-	48,0
Висівки пшеничні : бентонітові глинопорошки					
90 : 10	9,8	0,48	390	1020	47,0
85 : 15	9,7	0,45	443	1370	46,5
80 : 20	9,2	0,44	497	1430	46,0
70 : 30	8,7	0,43	557	-	44,5
50 : 50	7,6	-	655	-	43,5
Висівки пшеничні : вапнякова мука					
H-1 (75 : 25)	9,5	0,54	430	1510	44,0
H-3 (50 : 50)	6,1	0,51	580	1860	41,0
H-2 (15 : 85)	2,5	0,46	1050	2340	40,0
Лузга соняшникова : вапнякова мука					
H-1 (75 : 25)	7,9	0,66	335	1005	45
H-3 (50 : 50)	5,4	0,59	480	1510	43
H-2 (25 : 75)	2,9	0,52	805	1725	44
H-2 (15 : 85)	2,1	0,46	950	1970	44

Висновки

1. Покращити фізичні властивості сировини при застосуванні її у якості наповнювачів можливо шляхом введення різних поліпшувачів. Сипучість наповнювачів преміксів покращується при додатковому введенні картопляного або кукурудзяного крохмалю, оксиду кремнію (10 SiO₂·xH₂O, Тіксозилу® 38А).

2. Вибір композиції компонентів при підготовці наповнювачів та їх оптимального співвідношення у складі сумішей носить індивідуальний характер і залежить від рецептів та призначення готового преміксу.

3. Якість сировини, її фізичні властивості, дотримання умов правильного зберігання, технологія введення препаратів БАР, застосування сучасних передових технологій, новітнього обладнання, визначення режимів дозування та змішування компонентів комплексних наповнювачів впливає на якість та ефективність використання преміксів, комбікормової продукції.

Література

1. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції. – К.: МАКУ і КІХ. – 1998. – 256 с.
2. Егоров Б.В. Повышение эффективности производства и использования комплексных премиксов / Егоров Б.В. // Хран. и перераб. зерна. – 1999. – № 4. – С. 23 – 26.
3. Проблемы производства и использования премиксов // Комбикорма. – 2000. – № 2. – С. 32 – 33.
4. Кожарова Л. Производство премиксов: размышления об увиденном / Кожарова Л. // Комбикорма. – 2004. – №2. – С. 24 – 27, Агровестнаб.: <http://www.agrovetsnab.ru>.

5. АПК-Информ On-Line: Украинские производители премиксов предлагают ввести импортную пошлину на данный вид продукции.: <http://www.arkininform.com.ua>.
6. Єгоров Б.В. Технологія виробництва преміксів. / Єгоров Б.В., Шаповаленко О.І., Макаринська А.В. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.
7. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства. / Черняев Н.П. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
8. Premixing trace minerals: Aim for stability // Feed international, 1999. – V 20. – № 12. – P. 42.
9. Кузнецов С.Г. Научные основы производства премиксов / Кузнецов С.Г. // Эффективное птицеводство и животноводство. – 2004. – № 1. – С. 32 – 38.
10. Пат. 2279812 Российская Федерация. МПК С 2 А 23 К/16 (2006.01) Способ подготовки отрубей, как наполнителя для премиксов / Бугаев А.А., Жукова И.Н., Соловьева Е.В., Кононенко С.И.: заявитель и патентообладатель Кубан. госуниверситет. технолог. ун-т. – № 2004124287/13; заявл. 09.08.04.; опубл. 20.07.06. – 4 с.: <http://www.fips.ru>.
11. Пат. 41581 Российская Федерация. U1 7 A23K1/10 Линия подготовки отрубей, как наполнителя для премиксов / Жукова И.Н., Бугаев А.А., Соловьева Е.В., Кононенко С.И.: заявитель и патентообладатель Кубан. госуниверситет. технолог. ун-т. – № 2004124130/20; заявл. 09.08.2004; опубл. 10.11.04. – 2 с.: <http://www.fips.ru>.
12. Молоскин С.А. Особенности технологии производства премиксов / Молоскин С.А. // Хран. и перераб. зерна. – 2000. – № 4. – С. 29 – 30.
13. Акимов С. Премиксы: технология на службе качества / Акимов С. // Комбикорма. – 2001. – № 5. – С. 37.
14. Беккер А. Качественные премиксы – высокие результаты / Беккер А. // Комбикорма. – 2001. – № 2. – С. 42.

УДК 613.2:633.1-021.632

РОЗШИРЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

**Моргун В.О., д-р техн. наук, професор, Москвіна Н.З, аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

У статті розглядається проблема промислового виробництва продуктів функціонального призначення. Розширення виробництва таких продуктів може бути здійснене за рахунок використання рослинної сировини і перш за все зернових і бобових культур, які у своєму складі містять значну кількість функціональних інгредієнтів.

The problem of industrial production of products of the functional setting is examined in the article. Expansion of production of such products can be carried out due to the use of digester and foremost corn and bob cultures which in the composition contain the far of functional ingredients.

Ключові слова: зернова сировина, композитні суміші, функціональні продукти, виробництво, споживання.

Серед великої і різноманітної кількості проблем, пов'язаних з нормалізацією структури живлення, особлива увага в більшості країн світу приділяється розширенню промислового виробництва нових продуктів функціонального харчування з різних видів рослинної сировини: злакових, бобових, олійних культур і тощо.

Значущість використання функціональних продуктів харчування в повсякденному раціоні пояснюється наступним:

- високою ефективністю вказаних продуктів харчування в системі профілактичного лікування багатьох захворювань;
- широкими технологічними можливостями створення нових харчових продуктів із заданим функціональним складом мікронутрієнтів;
- можливістю виробляти ці продукти з регіональних сировинних ресурсів;
- можливістю їх масового використання як повсякденних продуктів харчування.

Основним критерієм якості збагачених продуктів харчування служить поліпшення здоров'я за рахунок забезпечення організму необхідними і біологічно активними інгредієнтами.

При виробництві нових продуктів враховується харчова і біологічна цінність, збалансованість за різними компонентами і абсолютна нешкідливість; забезпечується технологічність їх виробництва, стійкість при зберіганні, доступність і дешевизна початкової сировини; при збереженні і поліпшенні комплексу органолептичних показників: смак, запах, зовнішній вигляд і тому подібне, які повинні відповідати звичкам людей, традиціям і національним особливостям споживачів [5].

Цікавим напрямом в отриманні продуктів із заданим складом і функціонально-технологічними властивостями є створення експертних систем проектування багатокомпонентних харчових продуктів ученими Північно-кавказського державного технічного університету А.Г. Храмцовим, В.В. Садовим та І.А. Трубіною. Одна з особливостей ЕС – використання ними евристики, тобто емпіричного правила, за допомогою якого експерт у відсутності формули або алгоритму намагається здійснити свої наміри. ЕС, як правило, працюють в інтерактивному режимі, тобто обмінюються інформацією і висновками з користувачем у формі діалогу.

Для створення збалансованого продукту програмі необхідно вказати рецептурний склад виробу або навіпаки, необхідні функціонально-технологічні характеристики і співвідношення незамінних основних компонентів (білка, жиру, вуглеводів, амінокислот і так далі), і вона повідомить послідовність простіших з'єднань, які можна використовувати для отримання продукту, що цікавить нас. Якщо існує декілька способів отримання такого продукту, то система їх перерахує, що дозволить вибрати найбільш відповідну композицію. Важливо і те, що розроблена в ЕС база даних при проведенні подальших досліджень може уточнюватися, розширюватися як у факторному просторі, так і щодо збільшення кількості дослідів, що дає можливість накопичувати матеріали експериментальних досліджень і здійснювати не тільки оптимізацію, але й аналіз дії кожного чинника на хід технологічного процесу [5].

Основні принципи підвищення харчової цінності продуктів харчування були сформульовані зарубіжними і вітчизняними вченими на основі багаторічного досвіду з розробки, виробництва, використання й оцінки ефективності збагачення харчових продуктів у нашій країні і за кордоном.

Принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами такі:

- для збагачення харчових продуктів слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально має місце, досить поширений і безпечний для здоров'я. В умовах України – це вітаміни С, Е, групи В, фолієва кислота, каротин, а з мінеральних речовин – йод, залізо, кальцій;

- збагачувати вітамінами і мінеральними речовинами, в першу чергу продукти масового споживання, доступні для всіх груп населення, дитячого і дорослого, і регулярно використовувані в повсякденному живленні. До таких продуктів насамперед відносять муку і хлібобулочні вироби;

- збагачення харчових продуктів вітамінами і мінеральними речовинами не повинно погіршувати споживні властивості цих продуктів;

- при збагаченні харчових продуктів вітамінами, мінеральними речовинами необхідно враховувати можливість хімічної взаємодії збагачуючих добавок між собою і з компонентами збагачуваного продукту і вибирати такі їх поєднання, форми, способи і стадії внесення, які забезпечують максимальне збереження продукту в процесі виробництва і зберігання;

- вміст вітамінів і мінеральних речовин, що гарантується виробником у збагаченому ними продукті живлення, повинен бути достатнім для задоволення 30-50% середньої добової потреби в цих мікронутрієнтах при звичайному рівні споживання збагаченого продукту;

- кількість вітамінів і мінеральних речовин, що додатково вносяться до збагачуваних ними продуктів, повинна бути розрахована з урахуванням їх можливого природного вмісту в початковому продукті або сировині, використовуваній для його виготовлення, а також з урахуванням втрат у процесі виробництва і зберігання з тим, щоб забезпечити вміст цих вітамінів і мінеральних речовин на рівні не нижчому за регламентований протягом усього терміну придатності збагаченого продукту;

- вміст вітамінів і мінеральних речовин, що регламентується в збагачуваних ними продуктах повинен бути вказаний на індивідуальній упаковці цього продукту і строго контролюватися як виробником, так і органами Державного нагляду.

Останніми роками все частіше з'являються продукти, що поєднують достатньо повний набір вітамінів і мінеральних речовин з одночасним введенням інших цінних компонентів: харчових волокон, фосфоліпідів, різних біологічно активних добавок природного походження.

Проте, у ряді випадків, поєднання в одному продукті деяких збагачуючих добавок виявляється небажаним або неможливим з міркувань їх смакової несумісності, нестабільності або небажаних взаємодій однієї з одною. Так, наприклад, у продукти, збагачені солями заліза або іншими мікроелементами, не завжди доцільно вводити харчові волокна, здатні міцно зв'язувати ці мікроелементи, порушуючи їх всмоктування в шлунково-кишковому тракті. Муку і хліб доцільно збагачувати вітамінами групи В, які порівняно добре переносять дію високої температури в процесі випічки. Вітамін С для збагачення муки і хліба практично не використовується через низьку його термостійкість.

Розширення виробництва і споживання збагачених продуктів харчування вимагає зосередження зусиль великої кількості фахівців, підприємців і організацій різного відомчого підпорядкування. Крім того, необхідні економічні пільги для виробників, що випускають продукти функціонального призначення.

Проблема повноцінної і здорової їжі завжди була однією з найважливіших, таких, що стоять перед людським суспільством. Здоров'я може бути досягнуте і збережене тільки за умови повного задоволення фізіологічних потреб в енергії і харчових речовинах. Це достатньо актуальна проблема на сьогоднішній день.

Роботи, що проводяться в багатьох країнах світу щодо збагачення продуктів есенціальними речовинами в цілях поліпшення їх якості, передбачають збалансованість амінокислотного складу білків, жирнокислотного складу ліпідів, а також того й іншого разом. Проте всі ці роботи включають, як правило, використання сировини тваринного походження – м'яса, м'ясопродуктів, казеїну, сироваткових білків тощо. Упродовж ряду років проводяться дослідження з розробки наукових і практичних основ створення рослинних харчових композитів, що характеризуються оптимальним з погляду науки про харчування співвідношенням білкових і ліпідних комплексів. Рослинні харчові композити, у тому числі й зернові – багате джерело цілого ряду необхідних організму харчових речовин, надходження яких не може бути забезпечене тільки за рахунок тваринних продуктів (амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини, пентозани, клітковина). Зернові продукти відповідають вимогам теорії адекватного харчування, мають виражені лікувально-профілактичні властивості, невисоку вартість, доступні для споживача і зберігають при цьому роль традиційного харчування в житті більшості людей планети. Тому на даному етапі необхідний пошук нових теоретичних і практичних підходів, направлених на розробку композитів поліфункціонального призначення з метою розширення асортименту біологічно цінних харчових продуктів [1].

Україна має багатий сировинний ринок зернових і бобових культур, що містять у своєму складі функціональні інгредієнти. Виробництво композитних сумішей з певним співвідношенням зернових компонентів, дозволяє отримати продукти високої біологічної цінності і розширити асортимент продукції, що випускається зернопереробними підприємствами.

Література

1. Коновалов К.Л., Шульбаева М.Т. Растительные пищевые композиты для производства комбинированных продуктов // Пищевая промышленность. – 2008. – №7. – С. 8-10.
2. Кравченко С.Н., Драпкина Г.С., Постолова М.А. Формирование потребительского поведения на рынке продуктов функционального назначения // Пищевая промышленность. – 2008. – №4. – С. 42-43.
3. Кухаренко А.А., Богатырев А.Н., Короткий В.М., Дадашев М.Н. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами // Пищевая промышленность. – 2008. – №5. – С. 62-64.
4. Кухаренко А.А., Богатырев А.Н., Короткий В.М., Дадашев М.Н. Качество современных пищевых продуктов и культура питания // Пищевая промышленность. – 2008. – №7. – С. 64-66.
5. Храмцов А.Г., Садовой В.В., Трубина И.А. Экспертная система при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2008. – №4. – С. 48-49.

УДК 664.71:633.11-021.465

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

**Моргун В.О., д-р техн. наук, професор, Волошенко О.С., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Досліджений вплив фракціонування зерна пшениці на вихід і якість муки. Встановлено, що фракціонування зерна дозволяє виділити із зерна пшениці 5-го класу (40-45) % зерна 3-го класу. Вихід муки з крупної фракції зерна підвищується на (4-5) %, якість муки поліпшується.

Influence of wheat grain fractionating is investigational on the output and quality of flour. It is set that fractionating of grain allows to select from the wheat grain of 5th class (40-45) % grains of 3th class. The output of flour from faction of grain rises on (4-5) %, flour quality is improved.

Ключові слова: зерно пшениці 4-го і 5-го класу, фракціонування зерна пшениці, вихід муки, якість муки.

Урожай пшениці 2008 року побив декілька рекордів: за валовим збором і за врожайністю. Але разом з тим, даний урожай може побити ще два можливі рекорди: з найбільш низької якості продовольчого зерна і найбільших втрат у процесі післяжнивної обробки і зберігання.

За даними моніторингу підприємств по зберіганню і переробці зерна, кількість зерна продовольчої пшениці, яке надійшло на хлібоприймальні підприємства і елеватори, становить близько 44 %. При цьому на 3-й, 4-й і 5-й клас пшениці припадає відповідно (10, 21 і 12) %. Кількість пшениці 1-го і 2-го класів у сумі складає 1 %.

Більшість мукомельних заводів орієнтуються на низьку ціну зерна і купують сировину, яка не може забезпечити випуск якісної продукції. У свою чергу на хлібопекарських підприємствах виникає необхідність використання поліпшувачів різного принципу дії.

Важливе місце у вирішенні проблеми низької якості зерна відводиться сучасним технологіям. Одним з варіантів може бути впровадження технології фракціонування зерна, яка могла б дозволити отримувати із зерна 5-го класу близько 50 % зерна 2-го класу або близько 80 % зерна 3-го класу [1, 2].

Тому метою даного дослідження є підвищення якості продовольчого зерна пшениці на основі його фракціонування за крупністю.

Для проведення досліджень були вибрані два зразки зерна пшениці 4-го і 5-го класу відповідно. Показники якості досліджуваних зразків наведені в табл. 1.

Зразок 1 належить до 4-го класу пшениці за показником вмісту сирій клейковини. Зразок 2 є пшеницею 5-го класу за показниками вміст сирій клейковини і сміттевої домішки.

Таблиця 1 – Показники якості зерна пшениці

Показники	Зразок 1	Зразок 2
Вологість %	11,5	10,5
Натура, г/л	745	758
Маса 1000 зерен, г	38	37
Вміст сирій клейковини %	19	22
Якість сирій клейковини, од. приб.	103	102
Вміст сміттевої домішки %	1,2	7,4
Вміст зернової домішки %	2,6	1,5
Скловидність %	44	50

Фракціонування зерна пшениці проводили на ситах з довгастими отворами 2,7х20, 2,2х20 і 1,6х20. Отримані результати наведені в табл. 2-3.

За показниками якості (зразок 1) фракція зерна, отримана сходом із сита 2,7х20, належить до 3-го класу, фракція 2,7х20/2,2х20 є зерном 4-го класу, прохід сита 1,6х20 належить до 6-го класу.

При оцінці якості фракцій, отриманих при сепарації зразка 2, можна відзначити, що фракції –/2,7х20 і 2,7х20/2,2х 20 належать до 3-го класу зерна пшениці. Їх загальна кількість становить 91,5 %. Фракція, отримана ситами 2,2х20/1,6х20, становить 8,5 % і належить до 6-го класу.

Для кожної фракції зерна проводили помел на лабораторному млині МЛУ-202. Зерно заздалегідь очищали від домішки і проводили водно-теплову підготовку зерна методом холодного кондиціонування. Результати помелів наведені в табл. 4.

Таблиця 2 – Показники якості окремих фракцій (зразок 1)

Показники	–/2,7х20	2,7х20/2,2х20	2,2х20/1,6х20
Вміст фракції %	52,5	39,3	8,2
Натура, г/л	757	746	684
Маса 1000 зерен, г	44	33	21
Вміст сирій клейковини %	23	18	20
Якість сирій клейковини, од. приб.	103	100	102
Вміст сміттевої домішки %	0,2	0,6	10,8
Вміст зернової домішки %	0,9	1,5	8,4
Скловидність %	43	45	42
Клас пшениці	3	4	6

Таблиця 3 – Показники якості окремих фракцій (зразок 2)

Показники	-2,7х20	2,7х20/2,2х20	2,2х20/1,6х20
Вміст фракції %	40,6	50,9	8,5
Натура, г/л	767	750	696
Маса 1000 зерен, г	47	35	23
Вміст сирої клейковини %	23	23	19
Якість сирої клейковини, од. приб.	103	97	102
Вміст сміттевої домішки %	0,2	1,8	12,6
Вміст зернової домішки %	0,5	0,7	8,0
Скловидність %	47	53	46
Клас пшениці	3	3	6

Вихід муки при переробці початкових зразків зерна склав 70,0 %. При подрібненні крупних фракцій зерна спостерігалось підвищення виходу муки на 4,0-5,0 %. За показниками зольність, білість, кількість і якість клейковини мука, отримана з даних фракцій зерна, належить до вищого сорту.

Впровадження технології фракціонування зерна дозволить підвищити показники якості сировини, що переробляється, і забезпечити випуск якісної продукції.

Таблиця 4 – Вихід і якість муки різних фракцій

Зразок	Фракція	Загальний вихід муки %	Показники якості муки			
			Білість, од. приб.	Зольність, %	Сира клейковина	
					Кількість %	Якість, од. приб.
1	Початковий	70,0	51,9	0,56	22	99
	-2,7х20	74,3	55,3	0,51	25	100
	2,7х20/2,2х20	71,1	54,8	0,55	23	103
	2,2х20/1,6х20	65,3	44,6	0,64	22	102
2	Початковий	70,8	50,7	0,55	26	100
	-2,7х20	75,0	52,1	0,53	27	101
	2,7х20/2,2х20	68,7	53,8	0,52	26	103
	2,2х20/1,6х20	64,9	42,2	0,61	20	101

Література

1. Чумаков В.Г. Обоснование технологической схемы и параметров пневморешетного сепаратора для фракционирования зерна: Автореф. дис...канд. техн. наук / Челяб. гос. агроинж. ун-т Челябинск, 1996. – 17 с.
2. Тарасенко С.С. Повышение эффективности процесса переработки твердой пшеницы в муку для макаронных изделий на основе фракционирования зерна по крупности: Автореф. дис...канд. техн. наук / Моск. гос. ун-т пищ. пр-в. – М., 2000. – 25 с.

УДК 664.788.3.012: 620.3.027.6

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ГОЛОЗЕРНИХ КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР ДО ПЕРЕРОБКИ В ЗЕРНОВІ ПЛАСТИВЦІ

Шутенко Є.І., канд. техн. наук, доцент, Соц С.М., канд. техн. наук, доцент,
Колесніченко С.В., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Представлені результати досліджень направлені на вивчення особливостей підготовки голозерних круп'яних культур при переробці в зернові пластівці. Переробка таких круп'яних культур дуже перспективна, оскільки дозволяє значно підвищити вихід крупи, її якість без зміни енерговитрат.

Presentation Results of researches of the features preparation directed on studying naked a grain groats cultures are submitted at processing in grain flakes. Processing such groats cultures very much the big future as allows to raise considerably an output of groats, its quality without change of power inputs.

Ключові слова: крупа, голозерний ячмінь, голозерний овес, режим, зернові пластівці.

У результаті багатовікового розвитку технології переробки зерна в крупи розроблені схеми технологічних процесів, в основі яких передбачені процеси очищення, підготовки і переробки зерна в крупи. Найбільш енергоємні є процеси підготовки із застосуванням ВТО, а також переробки, що складається з операцій лущення, шліфування і сортування. Для таких культур як ячмінь і овес, незалежно від способу підготовки, найбільш енергоємні є процеси лущення і шліфування, тому що ці культури мають квіткові оболонки в кількості (8....15) % у ячменю, (20....40) % у вівса.

В останні роки вітчизняні і зарубіжні селекціонери активно просувають на ринок сорти голозерного ячменю і вівса. Зерно таких культур практично не містить квіткових оболонок, а та незначна частина, що присутня в зерновій масі, відділяється на етапі первинної очистки. Ці види круп'яної сировини є дуже перспективними для переробки в крупи і зернові пластівці. Однак для впровадження в промислову переробку необхідно вирішити такі питання:

- вивчити технологічні і фізико-хімічні властивості голозерних круп'яних культур;
- встановити закономірності зміни виходу і хімічного складу крупи при різних режимах лущення і шліфування;
- розробити режими переробки зерна голозерних культур;
- вивчити хімічний склад, харчову цінність і споживні властивості круп отриманих з голозерних культур;
- розробити проект нормативної документації;
- впровадити розроблену технологію на вітчизняних крупозаводах, визначити економічну ефективність.

На кафедрі технології переробки зерна були проведені дослідження направлені на вивчення особливостей підготовки голозерних круп'яних культур при переробці в зернові пластівці.

Вивчено хімічний склад голозерного ячменю і вівса врожаю 2008 р, дані порівняння з хімічним складом півчастих культур представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад голозерних і півчастих круп'яних культур (овес, ячмінь)

Показник якості	Овес півчастий	Овес голозерний	Ячмінь півчастий	Ячмінь голозерний
Вологість, %	12,5	12,2	12,4	12,0
Жир, %	4,6	6,9	2,3	2,5
Білок, %	13,3	15,4	13,0	15,2
Зола, %	4,1	1,9	3,0	2,0
Вуглеводи, % у т. числі:	65,6	70,8	62,8	66,7
клітковина %	11,3	1,9	6,5	1,7

Дані хімічного складу свідчать:

- голозерний овес не потребує лущення і шліфування, оскільки його зольність знаходиться в межах значення зольності готової продукції;
- голозерний ячмінь потребує незначного (порівняно з півчастим) шліфування. За іншими показниками голозерні культури не поступаються півчастим.

Розроблена структурна і лабораторна схеми переробки голозерних культур (рис. 1).

Основною відмінністю даної схеми від класичних схем переробки даних круп'яних культур у пластівці є відсутність енергоємної операції лущення та етапу сортування продуктів лущення, що значною мірою знижує витрати на виробництво пластівців (зниження витрат на підготовку внаслідок відсутності етапів лущення і сортування), значно підвищується вихід готової продукції за рахунок відсутності квіткових оболонок.

За кордоном переробкою голозерних культур у пластівці і крупи займаються більше 10 років, а на території України такі культури використовують у фуражних цілях, що є не раціональним. Оскільки, будь-яке круп'яне підприємство, що переробляє півчасті культури (овес і ячмінь), може переробляти і голозерні, виключивши операції лущення і сортування продуктів лущення.

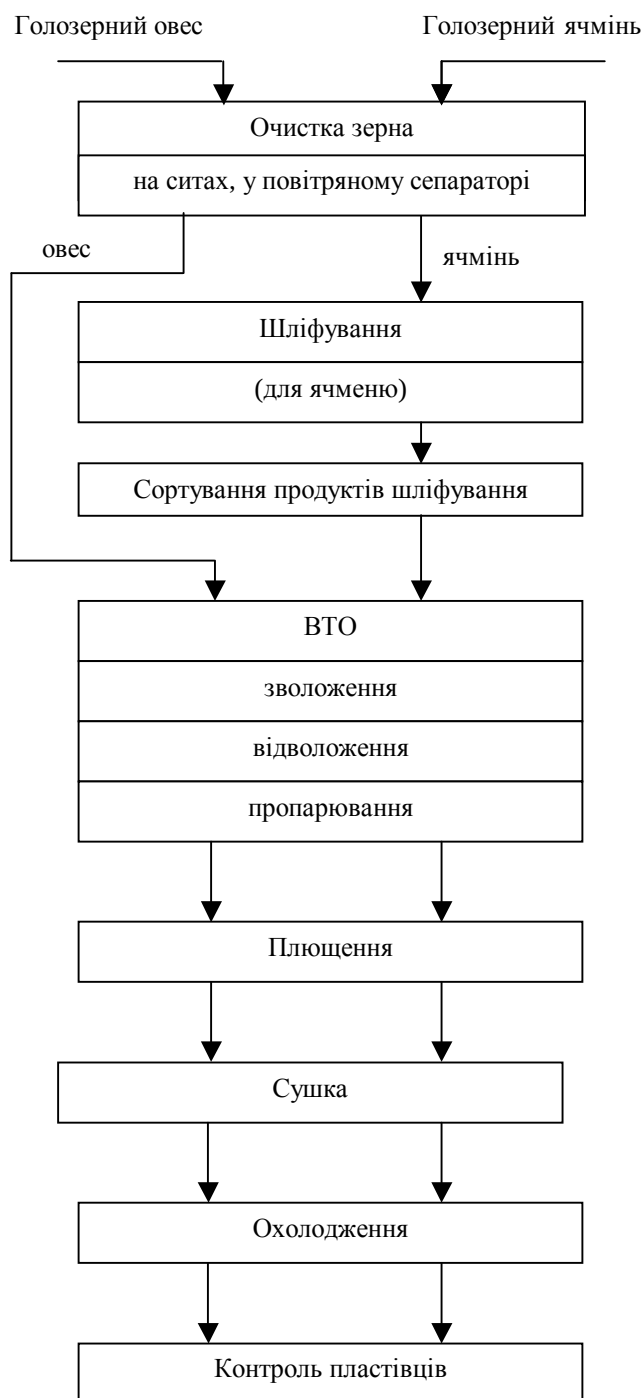


Рис. 1 – Структурна схема переробки зерна голозерних культур у пластівці (овес, ячмінь)

Література

1. Фаст Р., Колдуэлл Э. Зерновые завтраки. СПб.: Профессия, 2005. – С. 235-301.
2. Филин В.М. Оценка качества зерна крупяных культур на малых предприятиях. – М.: ДеЛи принт. 2004; С. 29-65.
3. Филин В.М., Филин Д.В. Шелушение зерна крупяных культур. Совершенствование технологического оборудования. – М.: ДеЛи принт.. – 36 с.
4. <http://www.simo.com.ua>

5. <http://www.apk-inform.com>
6. Подобед Л.И. Беспленчатый овес – перспектива сделать эту культуру конкурентоспособной на зерновом рынке // Хранение и переработка зерна. – 2006. – № 11. – С. 24-26.
7. Станкевич Г.М., Коропенко С.В. Голозерный овес – перспективна культура для комбикормової галузі // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 7. – С. 42-44.

УДК 664.73:02.012.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ РЕЖИМІВ РОБОТИ КРУПОУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ І ПИТОМИХ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПОДРІБНЕННЯ

Моргун В.О., д-р техн. наук, проф., Шутенко Є.І., канд. техн. наук, доцент, Давидов Р.С., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Науково обґрунтоване зменшення технологічного і транспортного устаткування в розмельному відділенні дозволить зменшити витрати електроенергії. У статті наводяться експериментальні дані щодо взаємозв'язку режимів роботи крупоутворюючих систем з питомими енерговитратами.

The scientifically grounded diminishing of technological and transport equipment in separation will allow substantially to decrease the expenses of electric power. In this article experimental information over is brought on intercommunication of the modes of operations of systems with specific electric power.

Ключові слова: драні системи, загальне вилучення, корисна робота, питомі енерговитрати.

Найважливішим завданням зернопереробної промисловості є забезпечення населення мукою високих сортів у достатній кількості. Відомо, що процес подрібнення зерна, що становить основу здобуття муки, найбільш енергоємний. Науково обґрунтоване зменшення технологічного і транспортного устаткування в розмельному відділенні дозволить істотно зменшити витрати електроенергії.

Одним з можливих варіантів зменшення технологічного устаткування є використання варіанту побудови драного процесу із збереженням чотирьох драних систем при спільному сортуванні продуктів подрібнення I, II і III, IV драних систем.

У літературі описані такі варіанти структурної побудови драного процесу [1,2], проте не наводяться дані як про оптимальні режими подрібнення, так і особливостях їх взаємозв'язку з питомими енерговитратами. Вирішенню цього завдання й присвячена ця робота.

Для дослідження прийняли озиму червонозерну пшеницю загальною скловидною 55 %. Помели проводилися на лабораторній установці «Nagema» за схемою, наведеною на рис. 1.

У процесі дослідження використовувалася як методика класичного однофакторного експерименту, так і метод планування експерименту, що дозволило зменшити число експериментів, а також отримати більший обсяг інформації про досліджуваний процес.

Як незалежні чинники прийняли величину загального вилучення на першій драній системі U_1 і сумарне загальне вилучення з перших двох драних систем U_{I+II} . На основі аналізу літературних джерел прийняті рівні варіювання цих чинників, приведені в таблицю. 1.

Таблиця 1 – Рівні варіювання режимів I, II драних систем

Рівні варіювання режимів	Режими роботи систем	
	Загальне вилучення з першої драної системи U_I %	Сумарне загальне вилучення з першої і другої драних систем U_{I+II} %
Нижній	7	58
Верхній	45	82
Середній	26	70

Як видно з таблиці, область зміни сумарного загального вилучення з першої і другої драних систем перекидає величину сумарного загального вилучення, рекомендованого «Правилами організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» [3], для крупоутворюючих систем першої якості, при класичній схемі побудови драного процесу, тобто для I-III драних систем.

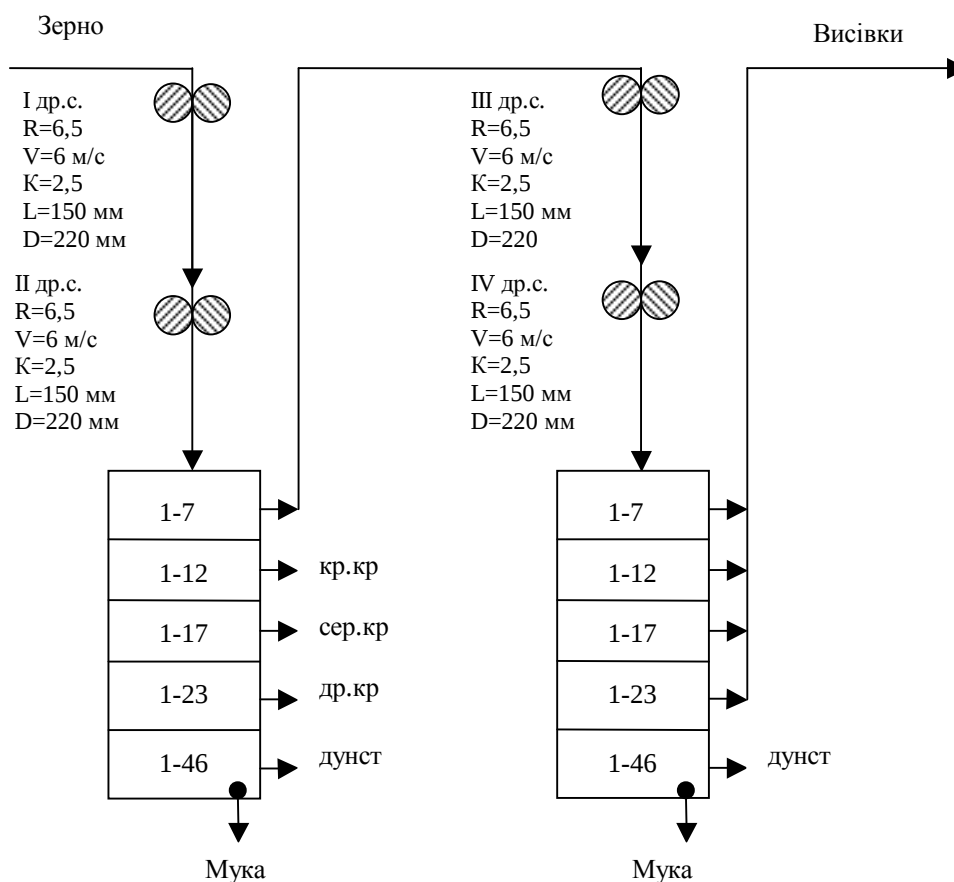


Рис. 1 – Варіант схеми драного процесу без проміжного сортування продуктів подрібнення

У процесі дослідження визначали витрати електроенергії, на основі яких розраховували корисну роботу і питомі енерговитрати в кВт*ч на одну тону продуктів вилучення.

В результаті обробки експериментальних даних отримані математичні моделі другого порядку, що описують залежність питомих енерговитрат від режимів роботи I-II др.с. У загальному вигляді залежності мають вигляд $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2$

Був проведений статистичний аналіз отриманих моделей, визначення значущості регресії, встановлено адекватність моделі.

Таблиця 2 – Зміна кількісних і енергосилових показників роботи драних систем залежно від їх режимів

Загальне вилучення з першої драної системи $U_I, \%$	7			26			45		
Сумарне загальне вилучення з $U_{I+II}, \%$	58	70	82	58	70	82	58	70	82
Корисна робота, кВт*ч/т	6,7	8,7	16,8	5,9	7,9	14,9	7,1	8,9	12,7
Питомі енерговитрати, кВт*ч/т	11,4	11,6	20,8	10,3	11,2	18,2	12,1	12,7	15,6

Деякі з отриманих результатів представлені в табл. 2 і на рис. 2. З наведених результатів видно, що незалежно від величини загального вилучення на першій драній системі при сумарному загальному вилученні з перших двох драних систем в межах 58-70% питомі енерговитрати практично не зростають. При цьому мінімальні значення цього показника відповідають умовам проведення подрібнення з режимами роботи першої драної системи близькими до $U_I = 26 \%$.

У діапазоні зміни U_{I+II} в області (70-82) % спостерігається різке зростання питомих енерговитрат і при максимальних значеннях U_{I+II} наголошується істотна різниця Ауд залежно від умов подрібнення на першій драній системі. Так, при $U_I = 7 \%$ Ауд досягає максимального значення дорівнює 20,8 кВт*ч/т, а при $U_I = 45 \%$ питомі енерговитрати дорівнюють всього 15,6 кВт*ч/т.

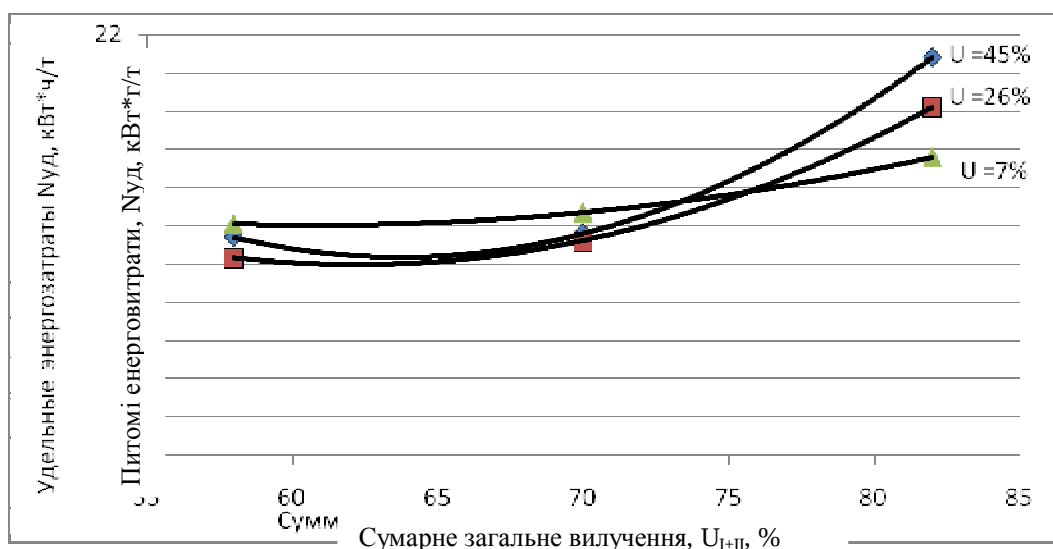


Рис. 2 – Залежність питомих енерговитрат від режимів роботи I, II драних систем

З рис. 2 видно, що при загальному вилученні на I драній системі, яке дорівнює 26 %, мінімальна питома витрата енергії стримується до досягнення сумарного загального вилучення з двох драних систем (75-76) %. Аналіз отриманих математичних моделей дозволяє констатувати, що мінімальні питоми енерговитрати відповідають величині сумарного загального вилучення з двох драних систем, яке дорівнює 75 %. Таке вилучення характерне сумарному загальному вилученню продуктів з перших трьох драних систем із роздільним сортуванням продуктів подрібнення після кожної подрібнюючої системи. При цьому загальне вилучення на I драній системі відповідає (30-32) %.

Таким чином, проведені дослідження дають підставу рекомендувати такі режими: загальне вилучення на першій драній системі (30-32) % і на другій драній системі (46-48) %, (65-68 % відносно II драної системи) при сумарному загальному вилученні з цих систем порядку 75-76%. Ці режими дозволяють мінімізувати питоми енерговитрати на цих системах при здобутті достатньої кількості продуктів загального вилучення доброї якості.

Література

1. Маралов А. Эффективность новой технологии //Хлебопродукты – 2001. – №10. – С. 23-24.
2. Diagramm. Мельница «Кампо Гранде» // Журнал для заказчиков концерна «Бюлер» по машиностроению, литью под давлением, технологиям и транспортным системам – 1996. – №10. – С. 12-14.
3. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К.: Віпол, - 1998. – 145 с.

УДК 664.73:633.1–026

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРВИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

Жигунов Д.О., канд. техн. наук, доцент, Давидов Р.С., аспірант, Бузіян Н.Г., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

Досліджено мукомельні властивості зерна пшениці і тритикале на крупоутворюючих системах. Встановлено, що при подрібненні зерна тритикале збільшується вихід дрібних класів проміжних продуктів, у порівнянні з пшеницею. При сортових помелах рекомендуються інтенсифіковані режими подрібнення на першій драній системі $V_1=35-40\%$.

The milling properties of wheat and triticale grain on the break grinding was investigated. Weight percentages of fine fraction and flour from the break rolls are increased at triticale grain as compare to wheat grain. Increasing the percentage of mill streams to 35-40 % at 1st break rolls is recommended

Ключові слова: тритикале, пшениця, процес помелу зерна, процес крупоутворення, міжвальцьовий зазор, загальне вилучення, режим роботи, проміжні продукти.

У сучасному світі у зв'язку зі швидкими темпами зростання чисельності населення планети стає все більш актуальним питання розширення асортименту продуктів харчування людини. Один з найбільш простих і відносно дешевих способів здобуття продуктів харчування полягає в селекції нових сортів зернових культур, однією з яких і є тритикале.

Зерно тритикале отримане схрещуванням зерна твердої (*Triticum turgidum* L.) або хлібопекарської пшениці (*T. aestivum* L.) із зерном жита (*Secale cereale* L.). Залежно від кількості хромосом тритикале розділяють на дві групи: октаплоїдні сорти, що об'єднують 42 хромосоми м'якої пшениці і 14 хромосом жита, і гексаплоїдні сорти, в яких 28 хромосом пшениці і 14 хромосом жита.

Основний напрям використання тритикале – це годування сільськогосподарських тварин. Використовуються як зелена маса, так і зерно, яке зазвичай іде на приготування комбікормів. У деяких країнах (Іспанія, Польща, Білорусь, Росія) зерно тритикале також застосовують для виробництва продуктів харчування людини.

Незважаючи на те, що перший гібрид тритикале був синтезований у 1888 році відомим німецьким селекціонером В. Рімпау, в даний час ця культура не отримала широкого розвитку. За даними Всесвітньої продовольчої організації ФАО в 2007 р. у світі ця культура займала лише 3,7 мільйона гектарів, що складало близько 0,5 % від земель, використовуваних для вирощування зернових культур.

В Україні широко займатися проблемою тритикале почали в 60-80-ті рр., проте невисокі хлібопекарські характеристики існуючих сортів тритикале сприяли лише вирощуванню тритикале на кормові цілі, що привело до недостатніх теоретичних і прикладних досліджень з питання переробки зерна тритикале на харчові цілі і подальшого використання тритикалевої муки в хлібопеченні.

Сучасні досягнення українських селекціонерів і поява нових сортів тритикале, таких як Розовський-6, Розовський-10, «Папсуєвське», здатних конкурувати за хлібопекарськими властивостями з середньою пшеницею, змусило знову звернути увагу вчених на зерно тритикале, як джерело продуктів харчування. Деякі відмінності зерна тритикале за своїми структурно-механічними властивостями, анатомічною будовою від зерна вихідних видів вимагають обґрунтування структури і регламенту процесу помелу зерна в муку, в першу чергу – процесу подрібнення, що й було метою цього дослідження.

Основним процесом у технології переробки зерна є процес подрібнення. Цей процес – найенергоємніший: на його частку припадає до 70 % енергетичних витрат на виробництво муки. Енерговитрати на подрібнення залежать від фізичних властивостей зерна, що здрибнюється, кінематичних і геометричних параметрів подрібнюючих машин (вальцових верстатів). Важливу роль відіграє структура побудови помелу і режими систем подрібнення. Фізичні властивості зерна залежать від міцності, твердості, в'язкості ендосперму; властивостей оболонок зерна, співвідношення анатомічних частин. Сукупно вони характеризуються різними технологічними властивостями зерна, головними з яких, що в основному й обумовлюють енерговитрати при подрібненні, є скловидність, крупність зерна, його вологість, щільність [1].

У лабораторії кафедри технології переробки зерна Одеської національної академії харчових технологій був поставлений активний експеримент із первинного здрибнення (крупноутворення) тритикале на установці «Nagema» при такій технічній характеристиці систем: довжина вальців $L=150$ мм, діаметр вальців $D=220$ мм; кількість рифлів $R=5,5$ шт.; нахил рифлів $Y=6$ %; профіль рифлів 30/65; взаєморозташування рифлів – спинка по спинці; окружна швидкість швидкохідного вальця $V_6=6$ м/с; відношення швидкостей швидко- і повільнообертаючогося вальців $k=2,5$.

Як предмет дослідження використовували зерно тритикале сорту «АД-30» з такими показниками якості як: скловидність 35 %, натурна маса 730 г/л, вологість 12,3 %. Для порівняння результатів використовували зерно рядової пшениці із скловидною 50 %, натурною масою 780 г/л, вологістю 12,8 %. Зерно перед помелом зволожували до 15,5 % і відволожували протягом 10 год. Безпосередньо перед помелом проводили зволоження на 0,3-0,5 % з короткочасним відволожуванням протягом 0,25-0,3 год. для додання оболонкам зерна додаткової пластичності.

Процес крупноутворення проводили на 3-х драних системах. Подрібнювали зразок зерна масою 1 кг. Після подрібнення продукти просіювали на лабораторному розсіванні протягом 10 хв. і методом ситового аналізу визначали вміст різних фракцій продуктів: $-/1,0$ (оболонкові продукти); $1,0/0,600$ (крупна крупка); $0,600/0,438$ (середня крупка); $0,438/0,294$ (дрібна крупка); $0,294/0,160$ (дунсти); $0,160/0$ (мука). Оболонкові продукти після I і II драних систем направляли на подальше подрібнення, а після III драної системи – об'єднували з фракцією $1,0/0,600$ і формували висівки. Проходом сит з розмірами отворів 0,160 мм отримували муку (рис.1).

Режими роботи систем оцінювали загальним вилученням – виходом проміжних продуктів по відношенню до кількості продукту, що надходить, на систему (I, II, III). Режими систем регулювали зміною міжвальцьового зазору, який складав: для I – 0,45-1,25 мм, для II – 0,20-0,40 мм. Режими систем складали: I – 10-45 %; II – 25-75 %. На третій системі встановлювали постійний зазор 0,1 мм, при цьому режим

III драної системи (B_{III}) змінювався від 15-45 % залежно від якості продукту, що поступає, тобто від режимів роботи попередніх систем. У процесі дослідження визначали вплив величини міжвальцьового зазору на режими роботи систем при подрібненні тритикале, а також вихід і якість (зольність) проміжних продуктів.

У результаті досліджень встановлено, що характер процесу подрібнення тритикале і пшениці однотипний. При збільшенні величини міжвальцьового зазору відбувається зниження виходу проміжних продуктів і муки, і навпаки. Найбільший вплив даний чинник робить на загальне вилучення в межах однієї системи, ніж у межах декількох, оскільки в останньому випадку на сумарне загальне вилучення роблять вплив і інші системи. Проте в порівнянні із зерном пшениці, подрібнення тритикале має деякі відмінності.

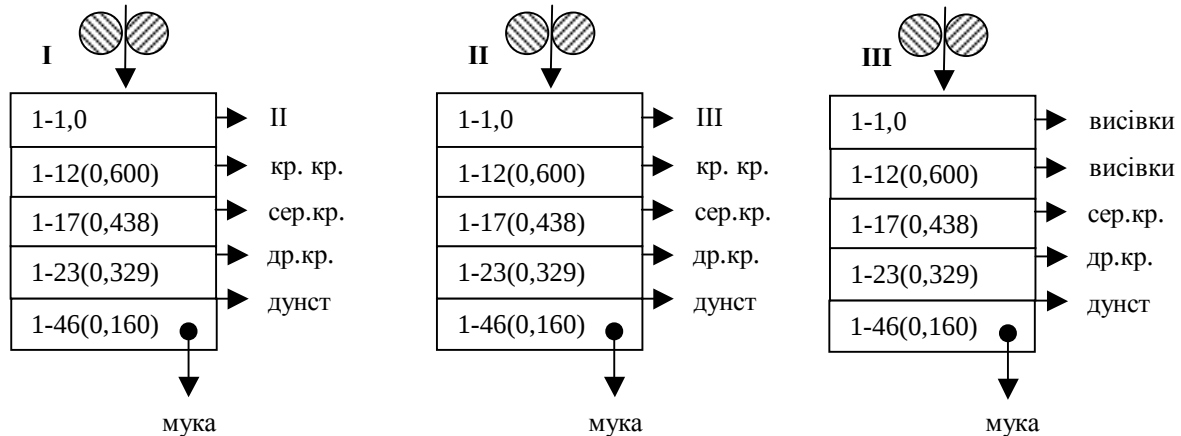


Рис. 1 – Лабораторна технологічна схема процесу крупоутворення

Встановлено, що при подрібненні зерна тритикале при таких самих зазорах на системах подрібнення утворюється більша кількість проміжних продуктів у порівнянні із зерном пшениці. Так, для тритикале на I драній системі при однакових зазорах з пшеницею утворюється на 2-3 % більше проміжних продуктів, а характер подрібнення як тритикале, так і пшениці, з високою мірою кореляції описується експоненціальним законом подрібнення (рис.2).

Загальне вилучення як для пшениці, так і для тритикале на II драній системі залежить від загального вилучення на I драній системі (рис.3): при більшому вилученні на I драній системі кількість проміжних продуктів і муки на II драній системі менша, що пояснюється погіршенням якості, що приходить на подрібнення на II драну систему продукту.

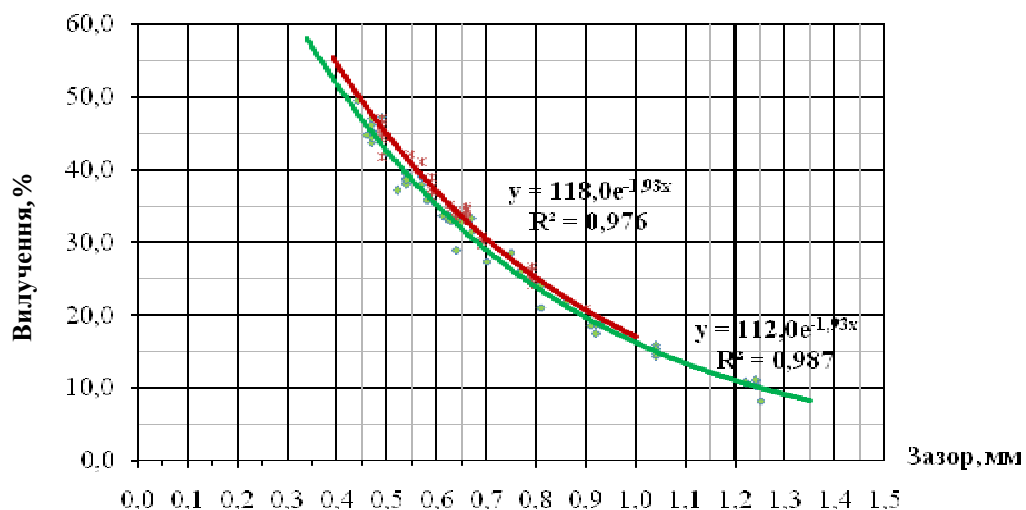


Рис. 2 – Вплив зазору на загальне вилучення на I драній системі

• пшениця × тритикале

Кінетику подрібнення зерна тритикале і пшениці можна розбити на 3 етапи. При високих зазорах (більше 0,21-0,23 мм) кількість проміжних продуктів, що утворюються, за рахунок меншої скловидності

зерна для тритикале більша, ніж для пшениці. При зазорі 0,21-0,23 мм, що відповідає загальному витяганню на II драній системі $V_{II}=55-60\%$, кількість проміжних продуктів приблизно однакова, а при низьких зазорах – вихід проміжних продуктів для пшениці більший. При таких режимах на перших двох системах вилучається близько 72 % проміжних продуктів і муки, а подальше збільшення загального вилучення для тритикале скрутне, оскільки вміст ендосперму в ньому на 7-10 % менший, ніж у пшениці, і при таких зазорах збільшення кількості продуктів крупотворення відбувається вже за рахунок переподрібнення оболонок, які подрібнюються набагато гірше в порівнянні з ендоспермом.

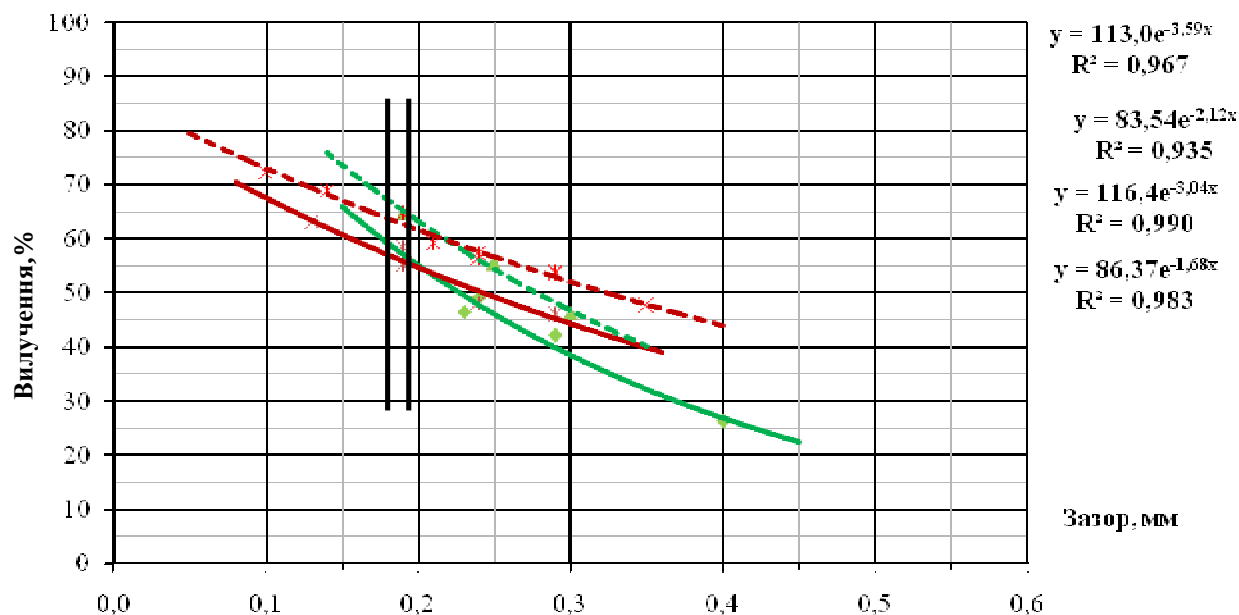


Рис. 3 – Вплив зазору на загальне вилучення на II драній системі

◆ пшениця $V_I=37\%$ ✱ тритикале $V_I=37\%$ ▲ пшениця $V_I=25\%$ ✱ тритикале $V_I=25\%$

Гранулометричний склад проміжних продуктів для тритикале і пшениць також різний (табл.1, табл.2). Як видно з наведених даних, для тритикале на I драній системі характерне більше вилучення дрібних класів продуктів (дунстів і муки), менша кількість крупної крупки при однаковій кількості середньої і дрібної крупки.

Таблиця 1 – Вихід проміжних продуктів на I драній системі

Продукти	Пшениця		Тритикале	
Загальне вилучення V_I , %	25	35	25	35
Крупна крупка	9,2	14,9	8,8	13,1
Середня крупка	4,4	6,2	4,2	6,3
Дрібна крупка	3,3	4,9	3,4	5,3
Дунсти	3,0	4,0	3,1	4,7
Мука	5,8	7,0	5,5	7,6

Таблиця 2 – Вихід проміжних продуктів на крупотворюючих системах (I-III драні)

Продукти	Пшениця		Тритикале	
Загальне вилучення V_I , %	25	35-37	25	35-37
Загальне вилучення V_{II} , %	55-57	48-50	55-57	48-50
Крупна крупка	19,3	24,2	17	20,7
Середня крупка	16,4	16	15,6	15,4
Дрібна крупка	13,1	12,4	14,8	14
Дунсти	10,4	9,6	11,6	10,8
Мука	18,8	15,8	19	17,1
Всього	78	78	78	78

При однакових режимах подрібнення на крупоутворюючих системах для тритикале вихід середньої і, особливо, крупної крупки менший, ніж для пшениці, відповідно, на (0,6-1,0 і 2,3-3,5) %. Вихід же дрібніших фракцій для тритикале вищий, ніж для пшениці.

Відмічено, що низький режим подрібнення на I драній системі ($B_I=37\%$) як для тритикале, так і для пшениці призводить до збільшення виходу крупних фракцій продукту, технологічно важливіших для сортового помелу.

Раніше, Ситковськи було встановлено [2], що якість проміжних продуктів на I драній системі при нижчих режимах вилучення ($B_I=40\%$) краща, ніж при високих ($B_I=20\%$). Для зерна пшениці із зольністю 1,56 % при $V_{ш}=6$ м/с і $k=2,5$ зольність проміжних продуктів складала 1,02 і 0,87 %. Це узгоджується з нашими даними, зольність круподунових продуктів для пшениці на I драній системі складала 1,08 % ($B_I=25\%$) і 0,94 % ($B_I=37\%$), в тритикале – 1,19 і 0,95 %. При однаковому рівні вилучення проміжних продуктів і муки в кількості 78% зольність проміжних продуктів з 3-х драних систем була практично однаковою незалежно від режимів роботи I драної системи: 0,98-1,02 % в пшениці і 1,08-1,11 % в тритикале. Це дозволяє рекомендувати інтенсифіковані режими подрібнення на I драній системі при побудові сортового помелу цих культур, що узгоджується з [2, 3].

Висновки

- 1) Встановлено, що при подрібненні зерна тритикале збільшується вихід дрібних класів проміжних продуктів, у порівнянні з пшеницею
- 2) При сортових помелах рекомендується застосовувати інтенсифіковані режими подрібнення на I драній системі – $B_I=35-40\%$.

Література

1. Dziki D., Laskowski J. Influence of wheat mechanical properties on grinding energy requirements // ТЕКА Kom. Mot. Energ. Roln. – 2006. – 6A. – P. 45-52.
2. Sitkowski T. Optymalizacja I intensyfikacja rozdrabniania na pasazach srutowych w gatunkowych przemiatkach pszenicy // Przegląd Zbozowo-mlynarski. – 1985. – №10. – P.1-6.
3. Єгоров Г. Від чого ж залежить ефективність сортового помелу пшениці // Зерно і хліб. – 2007. – №2. – С.21.

УДК [658.7 : 664.724] :339.13

АНАЛІЗ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Савенко І.І., канд. екон. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено аналіз регіональної мережі зберігання зерна Одеської області, розглянуто можливість віднесення її до логістичних систем, можливість застосування методики визначення координат логістичних розподільчих центрів при виборі місця розташування елеваторно-складських підприємств, визначені класифікаційні ознаки віднесення логістичних систем до експортно - орієнтованого та імпоротно - орієнтованого типів, проаналізовано структуру діючої мережі зберігання зерна і обґрунтовано висновки щодо раціональності її побудови.

The analysis of regional network of storage of corn of the Odessa region is conducted, considered possibility of taking of her to the logistic systems, possibility of application of method of determination of coordinates of logistic distributive centers at the choice of place location of elevator-warehouse enterprises, certain classification signs of taking of the logistic systems to export - oriented and imported - oriented types, an operating network of storage of corn structure and conclusions is analysed in relation to rationality of its construction.

Ключові слова: Логістичні, мікрологістичні, мезологістичні, макрологістичні системи, зерноспоживаючі регіони, зерновиробні регіони.

Вступ

Регіони України, в залежності від кількості вирощування та споживання зерна діляться на зерноспоживаючі (вирощують менше, аніж споживають) та зерновиробні.

Зерновиробними виступають 10 областей: Дніпропетровська, Одеська, Полтавська, Харківська, Кіровоградська, Миколаївська, Вінницька, Черкаська, Запорізька та Херсонська. На їх долю припадає 60-65

% валового збору. Всі інші області – зерноспоживаючі. Серед зерноспоживаючих регіонів виділяються п'ять областей: Чернівецька, Рівненська, Львівська, Івано-Франківська та Закарпатська, які забезпечують власне споживання менше 50 відсотків [1, С. 30-35].

Названа ситуація кардинально впливає на формування типів мереж розташування зернозберігаючих підприємств. Виходячи із названої класифікації регіонів, у зерновиробних регіонах повинні формуватися системи експортно – орієнтованого типу. У зерноспоживаючих – системи імпоротно – орієнтованого типу. Для підтвердження чи спростування вищезазначених тверджень необхідно дослідити ряд питань:

— по-перше, розглянути можливість віднесення систем зберігання та перерозподілу зерна до логістичних систем;

— по-друге, розглянути можливість застосування методики визначення координат логістичних розподільчих центрів при виборі місця розташування елеваторно-складських підприємств.

— по-третє, дослідити коректність та визначити класифікаційні ознаки віднесення логістичних систем до експортно - орієнтованого та імпоротно – орієнтованого типів.

— по-четверте, проаналізувати структуру діючої мережі зберігання та перерозподілу зерна в Одеському регіоні і обґрунтувати висновки щодо раціональності її розміщення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стосовно проблеми дослідження логістичних систем певний інтерес становлять праці вітчизняних і закордонних вчених Крикавського Е.В., Окландера М.А., Чухрай Н.І., Гаджинського А.М., Міротина Л.Б., Прокоф'єва Т.А., Лопаткіна О.М., Сергєєва В.В., Вебера А., Ламберта Д.М., Уотерса Д. та інших. Однак питанню дослідження логістичних систем в галузі зберігання та перерозподілу зернової продукції в регіонах приділено недостатньо уваги, що і стало основою вибору теми дослідження.

А.М. Гаджинський дає наступне визначення макрологістичної системи: це великі системи управління матеріальними потоками, які охоплюють підприємства та організації промисловості, посередницьких, торгових та транспортних організацій різних відомств, розташованих у різних регіонах країни або в різних країнах. Макрологістична система являє собою визначену інфраструктуру економіки регіону, країни або групи країн [2, С.91].

Крикавський Є.В. вважає, що логістична система може бути сформована на рівні будь якої економічної системи, починаючи від економіки окремої держави чи групи держав і закінчуючи підприємством. Саме методом структуризації систем вищого порядку або методом агрегації систем нижчого порядку можна виокремити той чи інший клас логістичної системи. При цьому вченим виділено шість рівнів логістичної агрегації. П'ятий рівень логістичної агрегації займають макрологістичні системи. Названий рівень інтегрує логістичні потоки і процеси в масштабах усієї економіки країни. Класичними прикладами макрологістичних систем є національні транспортні системи, інформаційні системи, системи національної безпеки, системи стратегічних запасів, системи оборони тощо [3, С.88-89].

Смиринський В.В.: макрологістична система (макрологістика) – система управління, яка охоплює виробничі, постачально-збутові, торгівельні, транспортні підприємства і організації в регіоні. Вона вирішує питання, що пов'язані з аналізом ринку постачальників і споживачів, розробкою загальної концепції розподілу, розташування складів на полігоні обслуговування, вибором виду транспорту і транспортних засобів, організацією транспортного процесу, раціональних напрямків матеріальних потоків, пунктів поставки сировини, матеріалів і напівфабрикатів, з вибором транзитної або складської схеми доставки товарів [4, С. 380].

Прокоф'єва Т.А. та Лопаткін О.М. для аналізу транспортно-розподільчих систем регіонів вводять поняття – регіональна логістика, в якій об'єктом дослідження є економічні потоки (товароматеріальні, сервісні, інформаційні, фінансові і людські), функціонуючі в сфері обігу господарської системи регіону, інтегровані в регіональну логістичну транспортно-розподільчу систему. Предметом дослідження регіональної економіки визначено раціоналізацію економічних потоків, функціонуючих у сфері обігу регіонального господарчого комплексу, направленому на оптимізацію розміщення економічних потоків в часі і в просторі з ціллю скорочення витрат у сфері обігу при задоволенні запитів споживачів якості товарів чи послуг, підвищення економічного потенціалу регіону та забезпеченні максимального синергетичного соціально-економічного ефекту від функціонування регіональних логістичних транспортно-розподільчих систем в цілому [5, С. 67].

У той же час Окландер М.А. пише: "...деякі українські вчені вважають, що поряд з мікрологістикою існують макрологістика – як інфраструктура економіки країни чи групи країн та металогістика – інфраструктура економіки регіону". Неможна ідентифікувати поняття "інфраструктура держава" і "макрологістика", "інфраструктура регіону" і "мезологістика", "місцева інфраструктура" і "муніципальна логістика". Під інфраструктурою розуміють сукупність матеріально-технічних систем (об'єктів), що забезпечують виконання основних функцій у різних сферах та галузях діяльності. Тобто інфраструктура – це комплекс організацій різної галузевої належності, а логістика – комплекс видів діяльності (інтегрована функція) [6, С.26].

Аналіз розглянутих підходів дає змогу констатувати, що в нагальний час ще не сформовано єдиного підходу до поняття макрологістична система.

Однак, проблеми раціоналізації матеріальних потоків функціонуючих в сфері обігу регіональних господарчих комплексів, оптимізація їх розміщення в часі і в просторі з ціллю скорочення витрат існує і потребує подальшого дослідження.

Постановка цілей

Метою дослідження даної статті є аналіз системи зберігання та перерозподілу зерна Одеської області. Об'єктом дослідження виступає зерновий комплекс області, предметом – ефективність організації мережі зберігання та подальшого перерозподілу зерна в регіоні

Переміщення зернових матеріальних потоків у логістичних ланцюгах області неможливо без концентрації в визначених місцях необхідних запасів, для зберігання яких призначені відповідні зернові склади (елеватори, ХПП).

Виклад основного матеріалу

Згідно із метою досліджень, розглянемо можливість віднесення функціонуючих мереж зберігання та перерозподілу зерна до логістичних систем.

У загальній теорії систем приводиться наступне визначення поняття система – це сукупність пов'язаних характерними даній системі зв'язками та взаємодіючих один з одним елементів, що складають деяке цілісне утворення, яке має нові властивості, відсутні у його елементів.

Однією із ознак класифікації систем є віднесення їх до складних та великих систем. Складні системи мають розгалужену структуру, визначену кількість підсистем, які по відношенню до системи є простими системами.

До великих систем відносяться: системи представлені сукупністю підсистем, упорядковані по принципу зменшення рівня складності до елементарних підсистем. Перехід складних систем до категорії великих здійснюється за рахунок надання складним системам додаткових ознак:

- утворення підсистем із власними цільовими функціями, які співпадають із цільовою функцією великої системи;
- збільшення кількості різноманітних зв'язків (матеріальних, фінансових, інформаційних, сервісних та інших);
- наявністю зовнішніх зв'язків із іншими системами;
- наявністю у системі елементів самоорганізації [7. С.46].

Логістична система – це адаптивна система зі зворотним зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції.

Перелік підприємств, їх відомча підпорядкованість та функції, які вони виконують дають змогу стверджувати, що на території України фактично функціонують декілька типів мереж, забезпечуючих зберігання та перерозподіл зернової продукції. До першого типу слід віднести підприємства підпорядковані Державній акціонерній компанії «Хліб України». Другий тип складають зернозберігаючі підприємства, основною функцією яких є надання послуг по зберіганню зерна стороннім організаціям. Четвертий тип представлений зерновими складами потужних зерновиробників, де здійснюється післязбиральна доробка, зберігання власної зернової продукції та відправка її за визначеною адресою. До п'ятого типу мереж відносяться мережі зберігання та переміщення зерна вітчизняних та зарубіжних зернотрейдерів, які побудувати чи, згідно із Постановою Кабінету Міністрів від 5 листопада 1997 року № 1218, викупили в зонах виробництва зерна діючі зернозаготівельні підприємства. Слід відмітити, що ряд названих комерційних структур сформували замкнуті мережі: виробництво, зберігання та експорт зернової продукції, для чого будують в портах зерноперевантажувальні комплекси, які призначені прийняти та перевантажити зернову продукцію на борт морських чи річкових суден-зерновозів. В Іллічівському порту збудовано та введено в експлуатацію перевантажувальні комплекси “Трансбалктермінал” (власник “Кернел Груп” потужністю перевалювання до 4,2 млн. тонн на рік, загальною місткістю силосів 200 тис тонн. одноразового зберігання зернових та олійних культур а також ТОВ «Іллічівськзернотранс». На Іллічівському судноремонтному заводі введено в експлуатацію компанією «Гленкор – Грейс» зерновий термінал – ЗАТ «Іллічівський зерновий термінал». Ємності одночасового зберігання якого вміщують 116 тис. тонн зерна. Потужність перевантажувального комплексу складають 1,2 тис. тонн зерна за годину. В Одеському порту зведено перевантажувальні комплекси «Інзерноекспорт» та «Укрелеваторпром», 210 тис. тонн одноразового зберігання зерна. Власник міжнародний зернотрейдер – компанія Alfred C. Toepfer International Group. В порту «Южний» діє термінал «Трансінвестсервіс» і в нагальний час там же реалізується проект перевантажувально-складського комплексу «Боріваж» для зерновантажів перевантажувальною потужністю 2 млн. тонн за рік. Ініціатором та інвестором будівництва виступає потужний національний зернотрейдер ТД «Приват» (Україна), який розраховує отримати власний вихід на світовий ринок торгівлі зерновими. Місткість

одноразового зберігання – 120 тис. тонн, об'єм перевантажуваних партій до 80 тис. тонн. Швидкість відвантаження на море – 1,2 тис. тонн за годину [8, С. 41]

Таблиця 1 – Визначення відповідності мереж зберігання та перерозподілу зерна вимогам макрологістичних систем

Системоутворюючі ознаки макрологістичних систем	Тип мереж				
	Мережа ДАК «Хліб України»	Мережа Держкомрезерву	Підприємства з надання послуг	Зернові склади зерновиробників	Мережа зернотрейдерів
Наявність централізованого управлінського органу системи	Володіє	Володіє	Ні	Володіє	Володіє
Наявність розгалуженої регіональної структури	Володіє	Володіє	Ні	Ні	Володіє
Наявність характерних даних системі зв'язків	Володіє	Володіє	Ні	Ні	Володіє
Наявність підсистем з власними функціями, які співпадають із цільовою функцією великої системи;	Володіє	Володіє	Ні	Ні	Володіє
Велика кількістю різноманітних зв'язків (матеріальних, сервісних фінансових, інформаційних та інших);	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє
Наявністю зовнішніх зв'язків із іншими системами	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє
Ієрархічність	Володіє	Володіє	Володіє	Ні	Володіє
Наявність емерджентних властивостей	Володіє	Володіє	Володіє	Ні	Володіє
Адаптивність системи	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє
Наявність зворотних зв'язків	Володіє	Володіє	Володіє	Ні	Володіє
Виконання логістичних функцій	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє	Володіє
Наявність інтегративних якостей	Володіє	Володіє	Володіє	Ні	Володіє

Дослідивши властивості функціонуючих у регіонах мереж зберігання та перерозподілу зерна, можна зробити висновок: мережі ДАК «Хліб України», Держкомрезерву України, вітчизняних та закордонних зернотрейдерів відповідають всім системоутворюючим ознакам макрологістичних систем. Ці мережі відносяться до макрологістичних систем.

Підприємства з надання послуг із зберігання зерна стороннім організаціям відносяться до мікрологістичних систем.

Зернові склади виробників зерна, зважаючи на те, що виконують логістичні операції зберігання збіжжя виступають елементами логістичних систем.

Сукупна система зберігання зерна, одночасно виступає і системою перерозподілу зернових потоків. Після зберігання, зерно може повернутися власнику, бути реалізоване споживачам (вітчизняним чи експортоване за кордон), поступити на промислову переробку. По цій причині структура системи зернозберігаючих підприємств має великий вплив на логістичні витрати. Визначення координат розміщення, кількості та «прив'язка» елеваторів до транспортних систем країни залежить від розмірів територій зерносіючих регіонів; врожайності зернових культур регіоні; забезпеченості сільгоспвиробників власними зерносховищами; величини тарифів на зберігання зерна; вартості доставки зерна на елеватори; величини експлуатаційних витрат; можливості оперативного переадресування партій зерна з місця зберігання. При рівномірному розподіленні зернових потоків у регіоні оптимальною схемою розміщення зернозберігаючих підприємств є «система шестикутників», запропонованої німецькими вченими Крісталера і Леха. Вихідною точкою в міркуваннях авторів є шестикутник як ідеальна форма розміщення виробництва, фігура, яка не утворює незаповненого простору. Лех розбудував мережу шестикутників, які накривають увесь простір території та визначив відстань між конкуруючими центрами за такою формулою:

$$b = a\sqrt{n}$$

де b – відстань між центрами;

а – відстань від центрів і споживачами;

n – кількість споживачів кожного центру [6, С. 66].

При ідеальній побудові макрологістичної системи первинними осередками з формою шестикутників повинні виступати площі сільськогосподарських господарств. У центрі шестикутників повинен розміщуватися зерновий склад господарства. У залежності від розмірів засіяваних площ та врожайності в центрі визначеної кількості шестикутників, (9, 16, 25, 36, і т.д.) повинно розташовуватися заготівельне підприємство. Максимальний радіус чи відстань до вершини шестикутника (максимально віддаленого споживача послуг) залежить від геометричних розмірів території, витрат на доставку зерна на зберігаюче підприємство (в залежності від видів транспорту та наявності шляхів сполучення), величини тарифу на зберігання, витрат на перевезення зерна після зберігання в місце подальшого використання, експлуатаційних витрат.

Елеваторно-складські підприємства підрозділяють на заготівельні, проміжні і виробничі.

Заготівельні підприємства розташовані в зоні виробництва зернових культур і приймають зерно переважно з автомобільного, а відпускають на залізничний або водний транспорт для переміщення на проміжні або виробничі підприємства.

Проміжні елеваторні підприємства розміщують на великих вузлових залізничних станціях, на перетині залізничних і водних шляхів. Основні операції проміжних підприємств — приймання зерна із залізничного і водного транспорту, довготривале зберігання і відвантаження за призначенням. Значення їх збільшується у зв'язку з розвитком змішаних перевезень.

Виробничі підприємства виконують функції постачання зерном зернопереробних підприємств — мукомельних, круп'яних, комбікормових, олієвиробних, крохмалопаточних та інших. До кількості виробничих підприємств відносять портові елеватори, перевантажувальні комплекси, призначені до виконання експортно-імпорتنих операцій із зерном.

У зв'язку з тим, що фінансовий стан зберігаючих підприємств залежить від їх завантаженості, практично всі підприємства в нагальний час надають всі послуги по зберігання та доробки збіжжя.

Мережа елеваторно-складського комплексу Одеської області фактично сформувалася за часів СРСР. Однак в нагальний час потужні зерновиробники будують власні зерносклади, вітчизняні та закордонні зернотрейдери будують в морських та річкових портах зерноперевантажувальні комплекси. Згідно із даними – на початок 2008 року на території Одеської області розміщено і функціонують 40 підприємств по зберігання та перевантаженню зерна. Із них по формах власності: державних – 3, ТОВ – 17, ВАТ – 14, ЗАТ – 2, СП – 4. По виконавчих функціях: заготівельних та проміжних – 22, виробничих 18, в т.ч. по перевантаженню на морські та річкові судна – 9. Аналіз географічного розміщення підприємств показав, що заготівельні та проміжні підприємства, окрім Ротовської хлібної бази № 77 Держрезерву (має власну залізничну колію - відгалуження), розміщені на станціях залізниць: Одеса – Вінниця, Котовськ – Помічна, Одеса – Ізмаїл, Арциз – Бессарабка, Одеса – Березівка. Таке розміщення елеваторів та ХПП пояснюється тим, що сільськогосподарськими підприємствами Одеської області вирощується більше зерна, ніж споживається в регіоні, тобто Одеська область є експортно орієнтованим зерновим регіоном. У зв'язку з цим, практично усі підприємства по зберігання зерна, розміщені на залізничних станціях, морських та річкових портах із перспективою подальшого транспортування зерна.

Таблиця 2 – Перелік підприємств по зберігання та перевантаженню зерна Одеської області

№ з/п	Назва підприємства	Адреса	Форма власності
1	Іллічівський маслоекстракційний завод	68001, вул. Транспортна, буд. 7-а, м. Іллічівськ, Одеська обл	ЗАТ
2	АТС Успіх	67832, вул. Мизикевича, буд. 61, с. Великодолинське, Овідіопольський р-н, Одеська обл.	ТОВ
3	Аліягське ХПП	68414, вул. Зернова, буд. 1, с. Новохоломське, Арцизький р-н, Одеська обл.	ВАТ
4	Арцизьке ХПП	68400, вул. Чапаєва, буд. 44, м. Арциз, Одеська обл.	ВАТ
5	БІ ЄНД ВАЙ	66410, вул. Степова, 3, с. Жеребкове, Ананьївський р-н, Одеська обл.	ДочП
6	Білгород-Дністровський КХП	67700, вул. Бірюзова, буд. 16, м. Білгород-Дністровський, Одеська обл.	ВАТ
7	Балтське ХПП	66161, , с. Білине, Балтський р-н, Одеська обл.	ВАТ

Продовження табл. 2

№ з/п	Назва підприємства	Адреса	Форма власності
8	Березівський елеватор	67300, вул. Пристанційна, буд. 14, м. Березівка, Одеська обл	БАТ
9	Березинський КХП	67300, вул. Пристанційна, буд. 14, м. Березівка, Одеська обл	БАТ
10	Буяликський КХП	67240, вул. К. Маркса, буд. 8, смт. Петрівка, Іванівський р-н, Одеська обл.	БАТ
11	Веселокутський КХП	67121, вул. Леніна, буд. 2, с. Новоборисівка, Великомихайлівський р-н, Одеська обл.	БАТ
12	Дунайзерноекспорт	68600, вул. Портова, буд. 4, м. Ізмаїл, Первомайський р-н, Одеська обл.	ТОВ
13	Елеватор-Вигода	6720, вул. Елеваторна, 1, с. Вигода, Біляївський р-н, Одеська обл	ТОВ
14	Зерновий перевантажувальний комплекс "Інзерноекспорт"	65003, Хлібна гавань, 5, м. Одеса	ТОВ
15	Жеребківський елеватор	66410, вул. Привокзальна, буд. 4, Жеребкове, Ананьївський р-н, Одеська обл.	ТОВ
16	Заплаське ХПП	66521, с. Солтанівка, Любашівський р-н, Одеська обл	БАТ
17	Затишанське ХПП	66740, вул. Елеваторна, буд. 24, смт. Затишся, Фрунзівський р-н, Одеська обл.	БАТ
18	Кодимський елеватор	66000, вул. Дзержинського, 1, м. Кодима, Одеська обл.	ТОВ
19	Комбікормовий завод	68400, вул. Металічна, буд. 1, м. Арциз, Одеська обл.	ТОВ
20	Котовське зерно	66300, вул. 50 років Жовтня, буд. 200, с. Дібровка, Котовський р-н, Одеська обл.	ТОВ
21	Куліндорівський КХП	65025, Куліндорівський промвузол, м. Одеса, Одеська обл.	ДП Держрезерву
22	Кулевчанський КХП	68261, вул. 60 річчя Жовтня, буд. 144, с. Кулевча, Саратовський р-н, Одеська обл.	БАТ
23	Лад	68300, вул. Дзержинського, буд. 5, м. Кілія, Одеська обл.	ТОВ
24	Любашівський елеватор	66502, вул. Спортивна, буд. 4, смт. Любашівка, Одеська обл.	БАТ
25	Мардарівське ХПП	66373, с. Мардарівка, Котовський р-н, Одеська обл.	ТОВ
26	Обрій-МТС-Роздільна	67400, вул. Леніна, 101, м. Роздільна, Одеська обл.	ТОВ
27	Одеський консервний завод	67801, вул. К. Маркса, 4-б, м. Овідіопіль, Одеська обл.	ЗАТ
28	Одеський олійноекстракційний завод	65028, вул. Мечникова, 132, м. Одеса	ТОВ.
29	Одеський портовий елеватор	65003, вул. Хлібна гавань, буд. 4, м. Одеса, Одеська обл.	ДП ДАК Хліб України
30	Рів. А. Холдінг	68600, вул. Локомотивна, буд. 3, м. Ізмаїл, Одеська обл.	ТОВ
31	Ренійський елеватор	68800, вул. 28 Іюня, буд. 282, м. Рені, Одеська обл.	БАТ
32	Роздільнянський елеватор	67400, вул. Леніна, буд. 83, м. Роздільна, Одеська обл.	БАТ

Закінчення табл. 2

№ з/п	Назва підприємства	Адреса	Форма власності
33	Сантрейд	68200, вул. Заводська, 9, с. Сарата, Одеська обл.	Доч П з іноз. інв
34	Тарутине, Торговий дім	68542, вул. Жуковського, буд. 2, с. Березине, Одеська обл.	ПП
35	Іллічівськзернотранс	68094, АТЗТ „ІМРП”, буд. 5, м. Іллічівськ, Одеська обл.	ТОВ
36	Трансінвестсервіс	67543, 1 км. Дороги порту Южний, територія Візирської сільської ради, Комінтернівський р-н, Одеська обл.	ТОВ
37	Трансбалктермінал	68000, вул. Сухолиманська, буд. 17, м. Іллічівськ, Одеська обл.	ТОВ
38	Укрелеваторпром	65003, Хлібна гавань, 6, м. Одеса	ЗАТ
39	Хлібна база №77	67200, Промзона, смт. Іванівка, Одеська обл.	ДП Держрезерву
40	Чубівське зерно	66362, с. Чубівка, Котовський р-н, Одеська обл.	ТОВ

Загальна місткість елеваторних ємностей одноразового зберігання зерна в Одеській області станом на 2007 рік становить 3490 тис тонн. Наявність перевантажуваних комплексів в Одеській області надає цьому регіону статус експортного регіону не тільки внутрішнього а і зовнішнього перерозподілення.

Дослідивши властивості функціонуючих у регіонах мереж зберігання та перерозподілу зерна, можна зробити висновки: мережі ДАК «Хліб України», Держкомрезерву України, вітчизняних та закордонних зернотрейдерів відповідають всім системоутворюючим ознакам макрологістичних систем і відносяться до макрологістичних систем. Однак у регіонах розташовані лише елементи названих макрологістичних систем. В рамках регіонів, вони утворюють мезологістичні системи по зберігання та перерозподілу зернової продукції; підприємства з надання послуг із зберігання зерна стороннім організаціям відносяться до мікрологістичних систем; зернові склади в місцях вирощування зерна виступають елементами мікрологістичних систем підприємств – зерновиробників.

Система розміщення підприємств елеваторної галузі в Одеській області є експортно-орієнтованого типу.

Застосування методики визначення координат логістичних розподільчих центрів можливе тільки для вибору місця розташування заготівельних елеваторно-складських підприємств. Подальша розбудова системи зберігання залежить від типу регіону – зерновиробного чи зерноспоживаючого.

Аналіз протікаючої розбудови мереж зберігання та перерозподілу зерна в регіонах показує їх не раціональність, викликану бажанням одноосібного володіння потужностями, відсутністю логістичного підходу до побудови названих систем, недовірою до партнерів.

Література

1. Старостенко А. Развитие внутреннего рынка зерна: потребление и прогноз на ближайшие годы. Зерновой баланс страны //Зернові продукти і комбікорми. №1, 2006.
2. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений.- 5-е изд., перераб. и доп. – М.:Издательско-книготорговый центр”Маркетинг”, 2002. – 408 с.
3. Крикавський Євген. Логістика. Для економістів: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2004 – 448с.
4. Смирчинський В.В. Логістичний менеджмент державних закупівель. Теоретико-правовий та методологічний аспект. Наукове видання. – Тернопіль: Карт-бланш, 2004. –390с. С380).
5. Прокофьева Т.А., Лопаткин О.М. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. – М.: РКонсульт, 2003. – 400с.
6. Окландер М.А. Логістика. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 345 с.
7. Семененко А.И. Предпринимательская логистика. – СПб.: Политехника, 1997. –325с.
8. Новини логістики // Логістика № 4. 2007.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЇХ РОЗМІРІВ

Овсянникова Л. К., к.т.н., доцент, Орлова С.С., к.т.н. асистент, Соколовська О.Г., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

У роботі наведено результати дослідження гранулометричного складу дрібнонасіненних культур: ріпака, гірчиці, сорго, льону та маку. Визначено лінійні розміри цих культур та їх оптимальні значення. Досліджено залежність зміни визначених параметрів від вологості зерна.

The results of research of mechanical grading of fine grain cultures are resulted in work: mustard, sorghum, flax and poppy. The linear sizes of these cultures and their optimum values are certain. Dependence of change of certain parameters is explored in from moisture content.

Ключові слова: лінійні розміри, гранулометричний склад, оптимальне значення.

Оскільки останнім часом зростає виробництво дрібнонасіненних культур, то виникає необхідність у визначенні оптимальних режимів їх післязбиральної обробки, а саме моделюванні процесів сепарування, вентиляції, сушіння, вибору режимних параметрів термічної обробки та зберігання, а також визначенні розмірів ємностей для тривалого зберігання зерна, проектуванні діаметрів самопливів та ін.

Основними усередненими параметрами зернистого шару, від яких залежать всі інші характеристики, вважають його шпаруватість [1] і питому поверхню, які в свою чергу залежать від співвідношення розмірів елемента шару, форми ємності та інших факторів форми, що визначаються гранулометричним складом. Для характеристик окремих зернин і шару зерна встановлено стандартні вимірювання їх характеристики: геометричні розміри зерен ($l \times a \times b$); маса 1000 зерен; густина зернин; об'ємна маса шару зерна.

Об'єктом дослідження обрано дрібнонасіненні зернові та олійні культури: сорго, ріпак, гірчицю, льон, мак при вологості 10, 14 та 22 %.

Геометричні розміри зернин визначали вимірюванням вибірки із 10...100 зерен, оскільки перевірити закон розподілу генеральної сукупності випадкових величин неможливо і недоцільно. Перевірку робили на відповідність прийнятій гіпотезі про закон розподілу, що має вигляд:

$$df = f \cdot (x_i) \cdot a_i \quad (1)$$

Параметр x можна приймати як одне із значень: a – розмір, S – поверхня, m – маса зернівки.

Для кожного зразка зерна визначено гранулометричний склад, який оцінювали методами математичної статистики, для чого визначили розмах варіювання лінійних розмірів, класи, частоту зернового шару та моду (значення геометричних розмірів частинок a_i , яке спостерігається найбільше число разів).

В залежності від значення розмаху варіювання R_B обрали значення класового інтервалу h , який дозволяє розбити зернову масу на класи за розміром та в подальшому визначити модальний інтервал, тобто клас зернової маси, що відповідає максимальній частоті:

$$h = \frac{R_B}{K} \quad (2)$$

де $R_B = a_{\max} - a_{\min}$ — розмах варіювання;

$K = 1 + 3,32 \cdot \lg n$ — число класів, визначають з формули Стерджеса;

n — кількість спостережень.

Результати вимірювань та розрахунків деяких дрібнонасіненних культур наведено в табл. 1, 2.

Вимірювання наочно показують, що із збільшенням вологості майже у всіх зразках, крім маку, спостерігається збільшення розмірів зернівок, а отже, збільшення значень оптимальних розмірів (моди). Значення моди визначають за формулою

$$M_0 = \alpha_0 + \frac{h \cdot (\omega_0 - \omega'_0)}{2 \cdot \omega_0 - \omega'_0 - \omega''_0} \quad (3)$$

де α_0 — початок модального інтервалу;

ω_0 — частота модального інтервалу;

ω'_0 — частота інтервалу перед модальним;

ω''_0 — частота інтервалу після модального.

Таблиця 1 – Результати вимірювань деяких дрібнонасіненних культур

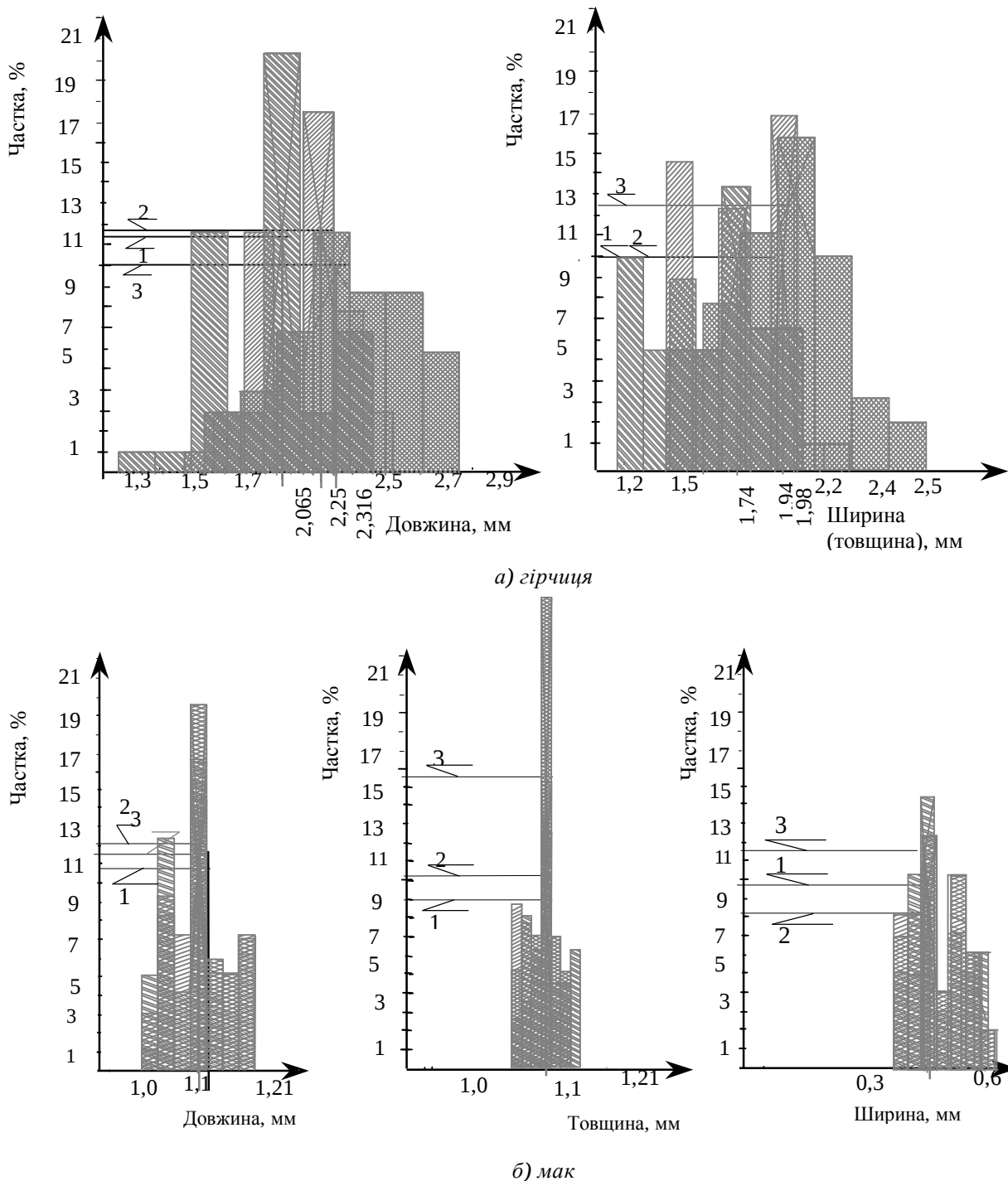
Вологість, %	Довжина (l)		Ширина (a)		Товщина (b)	
	min	max	min	max	min	max
<u>Сорго</u>						
10	3,3	4,3	2,8	4,0	2,0	3,5
14	3,3	4,5	3,0	4,2	2,1	3,5
22	3,4	4,6	3,0	4,2	2,1	3,5
<u>Ріпак</u>						
10	1,4	2,1	1,0	1,7	1,0	1,7
14	1,4	2,1	1,2	1,8	1,2	1,8
22	1,4	2,3	1,3	2,0	1,3	2,0
<u>Гірчиця</u>						
10	1,3	2,4	1,2	2,0	1,2	2,0
14	1,6	2,5	1,4	2,2	1,4	2,2
22	1,7	2,8	1,4	2,5	1,4	2,5
<u>Льон</u>						
10	3,8	4,5	1,2	2,0	0,5	1,0
14	4,3	5,0	1,4	2,1	0,9	1,1
22	4,5	5,2	1,4	2,2	0,9	1,2
<u>Мак</u>						
10	1,0	1,2	0,35	0,54	0,3	0,48
14	1,0	1,21	0,35	0,54	0,3	0,48
22	1,0	1,21	0,35	0,54	0,3	0,48

Таблиця 2 – Результати визначення оптимального значення лінійних розмірів та моди деяких дрібнонасіненних культур

Воло- гість, %	Довжина (l)				Ширина (a)				Товщина (b)			
	Модальний інтервал			Мода, M _o	Модальний інтервал		Мода, M _o	Модальний інтервал			Мода, M _o	
	min	max	частота		min	max		частота	min	max		частота
Сорго												
10	3,75	3,90	10	3,85	2,98	3,16	11	3,24	2,31	2,50	19	2,56
14	3,76	3,91	13	4,34	3,72	3,90	13	3,44	2,46	2,69	14	2,56
22	3,84	4,02	14	4,38	3,72	3,90	15	3,51	2,74	2,90	16	2,62
Ріпак												
10	1,52	1,62	22	1,56	1,22	1,33	13	1,24	1,22	1,33	13	1,24
14	1,77	1,84	10	1,72	1,57	1,65	22	1,6	1,57	1,65	22	1,60
22	1,97	2,1	17	2,01	1,74	1,85	14	1,81	1,74	1,85	14	1,81
Гірчиця												
10	1,89	2,15	22	2,06	1,68	1,80	12	1,74	1,68	1,80	12	1,74
14	1,87	2,02	18	2,14	1,89	2,0	15	1,82	1,89	2,0	15	1,83
22	2,21	2,37	12	2,31	1,91	2,08	14	1,98	1,91	2,08	14	1,98
Льон												
10	3,22	4,32	24	3,97	2,17	2,24	11	1,74	0,9	0,93	33	0,91
14	4,51	4,64	14	4,63	2,37	2,46	15	1,82	1,06	1,08	26	1,08
22	4,90	5,00	15	4,95	2,32	2,44	16	1,98	1,08	1,12	14	1,10
Мак												
10	1,04	1,06	24	1,054	0,41	0,43	26	0,417	0,40	0,42	14	0,414
14	1,10	1,12	34	1,113	0,41	0,43	28	0,435	0,40	0,42	17	0,416
22	1,00	1,12	38	1,116	0,41	0,43	32	0,437	0,40	0,42	28	0,420

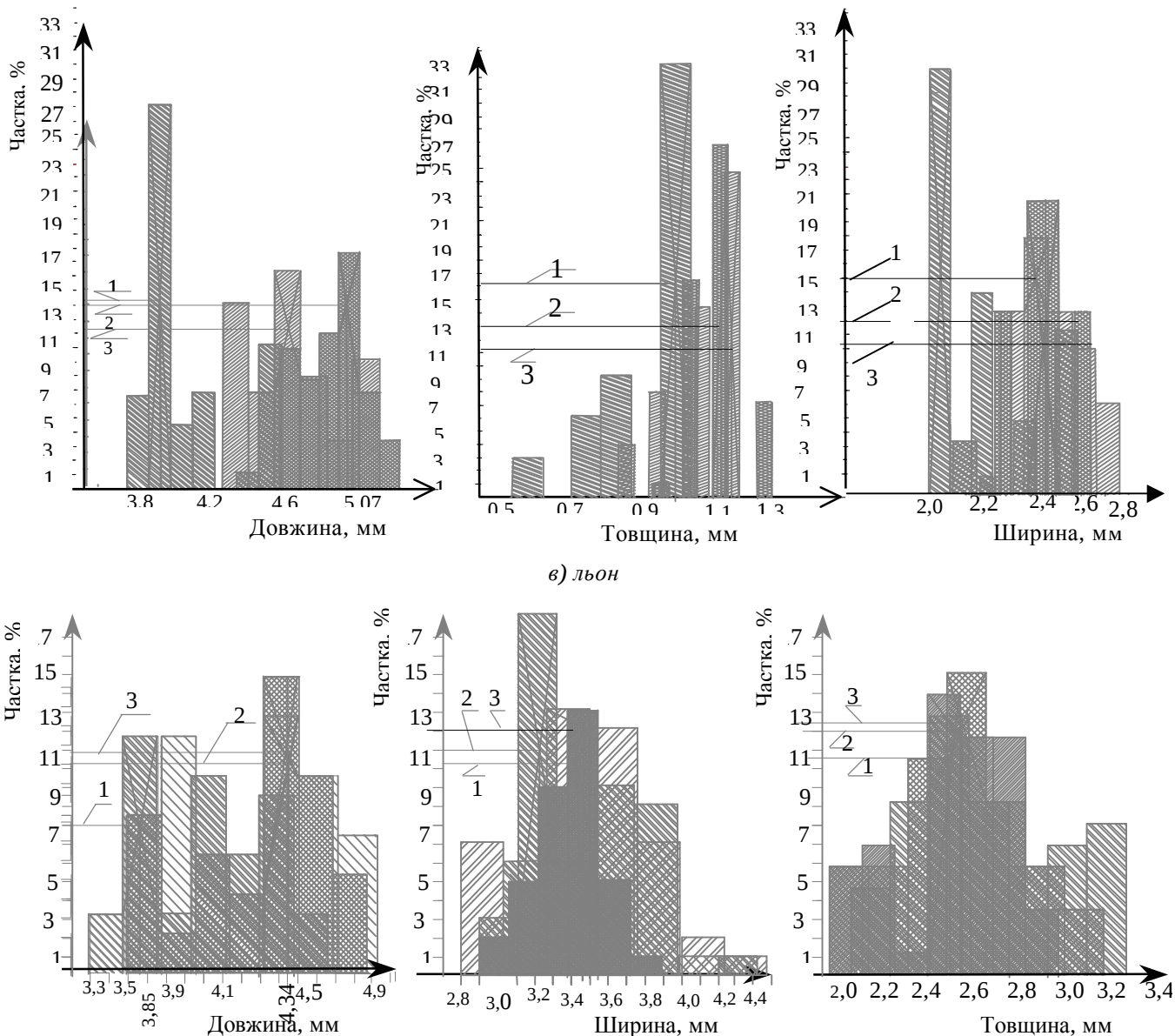
Отже, видно що з підвищенням вологості діапазон модального інтервалу збільшується пропорційно майже в усіх зразках, крім маку. Але частка зерен, що знаходиться в модальному інтервалі, тільки у маку збільшується вдвічі. Збільшення значення модального інтервалу насіння маку при зволоженні по ширині та товщині залишається незмінним, але значення моди зростає за рахунок збільшення частоти по довжині – на 5,8 %, ширині – на 4,8 %, товщині – на 1,5 % при зволоженні маку з 10 до 22 %.

Значення моди можна також визначати за графіком інтервального варіаційного ряду: по осі абсцис відкладають межі класових інтервалів, по осі ординат – значення відповідних частот і отримують гістограму розподілення частот. На рис. 1 – 2 наведені графіки інтервального варіаційного ряду для таких дрібнонасіненних культур як гірчиця, мак, льон та сорго. Аналогічні графіки були побудовані для ріпака.



1 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 10 %; 2 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 14 %; 3 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 22 %

Рис. 1 – Вплив вологості на зміну геометричних розмірів та визначення моди: а) гірчиці, б) маку



1 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 10 %;

2 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 14 %;

3 - графічна залежність модального інтервалу та його частки при вологості 22 %

Рис. 2. Вплив вологості на зміну геометричних розмірів та визначення моди льону та сорго

Аналізуючи графіки видно, що у гірчиці мінімальні геометричні розміри як по довжині, ширині так і по товщині майже однакові при різній вологості, а максимальні значення довжини при збільшенні вологості відрізняються на 12 %, а товщини та ширини на 13,7 %. Однак, при зростанні вологості оптимальний розмір зростає, а кількісне співвідношення однакове. У сорго зміна частоти по довжині та товщині при вологості 14 % та 22 % лежить в межах 2...5 %, а при вологості 10 % значення для всіх геометричних параметрів відрізняється майже на 30 %. Значення моди по довжині при вологості 14 % та 22 % відрізняються на 1 % один від одного, а від моди при вологості 10 % — на 13 %, по ширині мода змінюється пропорційно. Також видно, що по товщині значення моди майже збігаються при різній вологості.

Цікаво, що у маку зі збільшенням вологості геометричні розміри не змінюються. Але оптимальний розмір (мода) і кількісне співвідношення у загальній зерновій масі дослідного зразка із збільшенням вологості зростає прямо пропорційно.

Аналогічна залежність впливу вологості на зміну геометричних розмірів спостерігається і для насіння досліджуваних олійних культур.

Література

1. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. – М.: Колос, 1973. – 264 с.
2. Платонов П.Н. Элеваторы и склады / П.Н. Платонов, В.Г. Лебединський, В.Б. Фасман. – М.: Колос, 1971. – 311с.

УДК 658.286: 664.7

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА

Буранова С.В., аспірант, Дмитренко Л.Д., канд. техн. наук, доцент,
Євдокимова Г.Й., канд. техн. наук, доцент, Урвачов О.В., студент ф-ту ТХіКВ
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі запропонована технологічна схема очищення зерна голозерного вівса, розроблена на основі результатів досліджень його гранулометричного складу методом ситового аналізу. Встановлена доцільність фракціонування голозерного вівса на основі проведення порівняльного біохімічного аналізу отриманих фракцій.

In this work a flowsheet for cleaning of hulless oat grains. Has been developed on the basis of results of the particle-size studies by the method of sieve analysis. It has been proved the necessity of fractioning of the hulless oat grains considering results of the comparative biochemical analysis of the obtained fractions.

Ключові слова: гранулометричний склад, фракціонування, біохімічний склад.

Для успішного зберігання зерна у складах і елеваторах, а також тимчасового зберігання на токах і майданчиках з найменшими втратами в масі та якості і затратами коштів недостатньо знати окремо кожну властивість зернової маси. Практично всі властивості і процеси, які відбуваються в зерновій масі, взаємопов'язані між собою і діють комплексно на її стан [1]. Вивчення властивостей зернової маси і впливу на неї умов навколишнього середовища показало, що інтенсивність усіх фізіологічних процесів, які відбуваються в зерновій масі, залежить від одних і тих самих факторів. Найважливішими з них є:

- вологість зернової маси і вміст вологи у повітрі навколишнього середовища;
- температура зернової маси й об'єктів, що її оточують;
- доступ повітря до зернової маси.

Свіжозібране зерно голозерного вівса з поля попадає на хлібоприймальні підприємства і заготівельні елеватори, де остаточно формується його якість. Завдяки правильно підібраним режимам очищення, сушіння і зберігання можна також поліпшити якість голозерного вівса.

Однак сьогодні не існує нормативних науково обґрунтованих режимів і інструкцій з очищення, сушіння і зберігання голозерного вівса [2]. Тому необхідно знати показники фізико-технологічних властивостей зерна, які дозволяють вирішувати велику кількість прикладних задач, що мають практичне значення. Так, механізація і автоматизація транспортування, обробки і зберігання зернових мас у сховищах (силосах сучасних елеваторів, металевих бункерах та ін.) базуються на фізичних властивостях зерна. Вміле їх використання дозволяє зменшити втрати, поліпшити якість партій зерна і зменшити витрати у всіх галузях народного господарства, що пов'язані з виробництвом і використанням голозерного вівса [3].

Мета роботи полягає в обґрунтуванні технологічної схеми очищення зерна голозерного вівса.

Об'єкт дослідження – овес голозерний, вирощений в Одеській області, врожаю 2008 р.

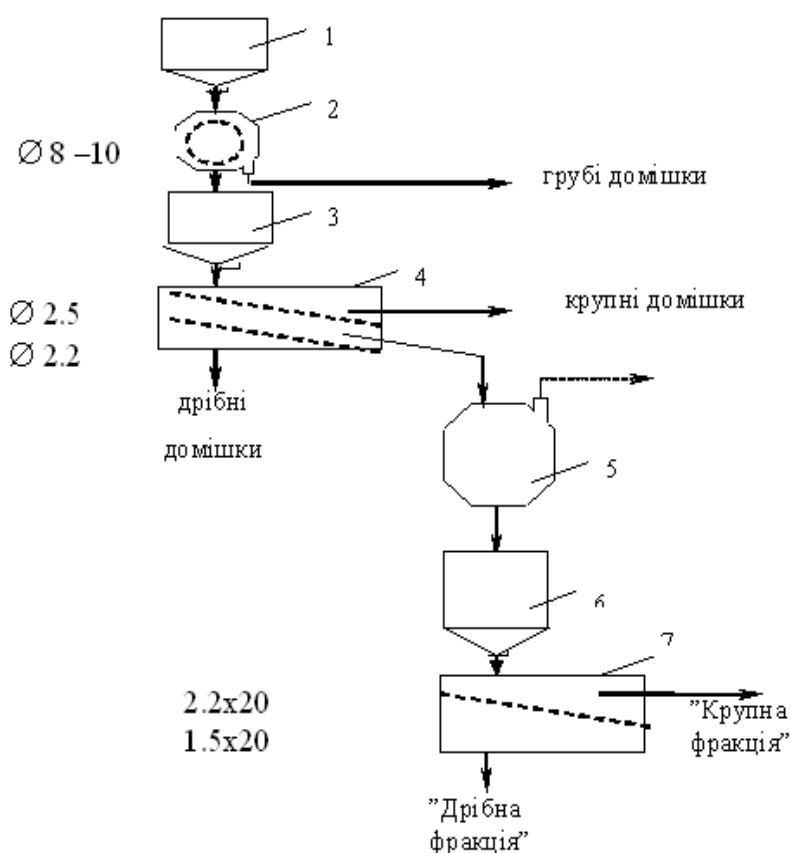
Об'єктом вивчення є зернова маса, що складається із зерен основної культури (вівса голозерного), домішок і міжзернового простору, заповненого повітрям. Зернові маси володіють певними фізико-технологічними властивостями, які необхідно враховувати в практиці післязбиральної обробки і зберігання та переробки.

Визначення мінливості основних розмірів вівса дослідних зразків проводили методом ситового аналізу. Калібрування проводили просіюванням крізь систему послідовних сит із отворами: круглими – діаметром (5,2; 4,5; 4,0; 3,4; 2,7; 2,5; 2,2) мм та прямокутними – (3,0x20; 2,8x20; 2,5x20; 1,5x20; 1,2x20) мм. Аналіз експериментальних даних показав, що сито, крізь яке проходять вилучають максимальну кількість вівса голозерного (51,69 %) і частину домішок (1,74 %), є ситом з прямокутними отворами 1,5x20 мм або з круглими – діаметром 2,5 мм.

Результати проведених досліджень дозволили рекомендувати для очищення технологічну схему (рис. 1), яка дозволить відбирати сміттєві і, особливо, важковідокремлювані домішки з більшою ефективністю.

На основі ситового аналізу встановлено, що основна маса зерна вівса голозерного має достатню добротність та виповнену структуру, характеризується крупними зернами, які отримані сходом із сита діаметром отворів 2,2 мм.

Безпосередньо у схемі технологічної очистки зерна можна встановити калібрувальник із зазначеними ситами для розділення вівса голозерного за фракціями. При цьому дрібна фракція з неоднорідного та неповного зерна вівса може бути використана на кормові цілі, а крупна фракція з більш виповненим зерном — на продовольчі цілі. Однак, для того, щоб остаточно встановити доцільність фракціонування голозерного вівса, необхідно провести порівняльний біохімічний аналіз фракцій.



1 – бункер для неочищеного зерна; 2 – скальператор; 3 – міжопераційний бункер; 4 – сепаратор;
5 – пневмосепаратор; 6 – бункер для очищеного вівса; 7 – фракційний калібрувальник.

Рис. 1 – Технологічна схема очищення голозерного вівса

Слід звернути увагу на голозерний овес не тільки як на фуражну культуру, але і як на високоцінну сировину, яку можна використовувати при виробництві харчових продуктів. Завдяки його використанню можна досягти збільшення виходу вівсяної муки з підвищеним вмістом протеїну. Порівняльний аналіз даних таблиці 1 показує, що „крупна фракція” має більший вміст білка (13,38 %), ніж інші фракції, а найменший – „дрібна фракція” (13,25 %). Відповідно, в „крупній фракції” зменшується вміст мінеральних речовин, оскільки це обумовлено зменшенням кількості плодових оболонок та більшою кількістю білка.

Великий вміст клітковини призводить до небажаних ефектів, оскільки клітковина неперетравна організмом людини, тому надмірне її споживання не рекомендується, але все ж вона необхідна для правильної роботи травної системи людини. У „крупній фракції” вміст клітковини становить 2,25 %, роблячи її привабливою для використання у харчових цілях. „Дрібна фракція” містить більше клітковини і мінеральних речовин, тому якщо використовувати її у кормових цілях, то вона підвищить ефект набування маси у декілька разів.

Слід підкреслити (див. табл. 1), що у вівса голозерного „крупна фракція” містить на 1,3 % більше крохмалю, ніж „дрібна фракція”. Крохмаль, як відомо, відноситься до засвоюваних вуглеводів, які перетравлюються, всмоктуються і метаболізуються в організмі. Загальних сахарів у зерні вівса міститься дуже мало, всього (3,0...3,2) %.

Жири становлять особливий інтерес при зберіганні насіння, оскільки жири швидко псуються, що обумовлює погіршення смаку, появу неприємного запаху, підвищення кислотності та інші небажані зміни. Псування жирів відбувається внаслідок окислення або гідролізу. Окислення каталізується ліпоксигеназою, при цьому відбувається окислення вільних жирних кислот. Утворюються перекиси і гідроперекиси, які перетворюються в альдегіди, кетони і навіть ненасичені жирні кислоти, які в свою чергу зумовлюють типовий прогірклий смак і запах.

Таблиця 1 – Біохімічний склад різних фракцій вівса голозерного

Культура	Показники, масова частка, %										
	загального азоту	сирого протеїну	Небілкового азоту	білкового азоту	білка	золи	редукуючих сахарів	загальних сахарів	крохмало	клітковини	жиру
Овес голозерний											
„Крупна фракція”	2,49	15,56	0,35	2,14	13,38	2,76	0,70	3,00	61,20	2,25	3,97
„Дрібна фракція”	2,52	15,88	0,40	2,12	13,25	2,81	0,76	3,15	60,40	2,34	3,84
Вихідний зразок	2,50	15,62	0,37	2,13	13,31	2,95	0,81	3,20	60,84	2,41	4,05
Овес плівчастий	2,01	12,56	0,30	1,71	10,68	3,0	0,50	2,50	49,18	11,15	5,40

В обох порівняльних фракціях вміст жиру менший за вихідну суміш (3,84...3,97 % проти 4,05 %), тому можна зробити висновок, що таке зерно більш стійке при зберіганні і впродовж тривалого часу, оскільки значною мірою швидкість псування зерна залежить від вмісту жиру.

Висновки

Огляд літературних джерел показав, що овес голозерний – одна з головних сільськогосподарських культур України, з якої виробляють продукти продовольчого призначення та комбікорми, що робить цю культуру більш перспективною для вирощування. Безсумнівно, її необхідно впроваджувати, розробляти новий асортимент продукції, інформувати населення щодо користі, яка може бути принесена вівсом.

Більшість статей та розглянуті наукові матеріали про голозерний овес присвячені проблемам його селекції та вирощування – аж ніяк не розробці нових методів обробки, а найголовніше – його післязбирання обробки без втрат та погіршення якості. Саме порушення технології на даному етапі призводить до погіршення якості продовольчого і кормового вівса, насіння. Дослідження впливу режимів обробки та зберігання зерна на його якість має важливе значення для України як перспективної аграрної держави, а також для вирішення проблем забезпечення країни рослинними жирами та високобілковою продукцією, що має екологічну чистоту та високу якість.

Проведений ситовий аналіз та визначення гранулометричних показників дозволили рекомендувати, які машини необхідно використовувати для очищення вівса голозерного, і рекомендувати для них сита.

Біохімічний аналіз свідчить про те, що овес голозерний можна використовувати не тільки як зернофуражну культуру, а й у продовольчих цілях. Це значно підвищує значення даної культури, оскільки вміст доступного перетравного білку значно вищий і його можна порівняти (за деяким наближенням) до зернобобових культур. До того ж, овес має цілющі властивості, особливо для травної системи людини, його рекомендовано вживати в раціон для підвищення імунітету та загальної резистивності організму.

Література

1. Вобликов Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна. Учебное пособие / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов. – Ростов н/Д.: Издательский центр «Март», 2001. – 240 с.
2. Инструкция № 9-5-82 по очистке и выделению мелкой фракции зерна, эксплуатации зерноочистительных машин на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. – М.: Минзаг СССР, 1982. – 90 с.
3. Евдокимова Г.И., Коропенко С.В. Проблемы послеуборочной обработки и хранения голозерного овса // Наукові праці ОНАХТ / Міністерство освіти і науки України. – Одеса; 2007. – Вип. 30. – Т. 2. – С. 153-156.

УДК 664.8.047

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ТЕРМОСИФОННО-МЕХАНІЧНОМУ АГРЕГАТІ

Воскресенська О.В., інженер

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто процес сушіння деяких зернових культур в апараті на основі термосифону, що обертається, як один із засобів комбінованого сушіння, розглянуті його недоліки і переваги. Запропоновані режими сушки в термосифонно-механічному агрегаті.

Process of drying of some grain crops in the device on the basis of a rotating thermosiphon as one of ways of the combined drying, its lacks and advantages are considered is considered. Drying modes in the thermosiphon-mechanical unit are offered.

Ключові слова: термосифонно-механічний агрегат, кінетика процесу сушіння.

У різних виробництвах широко поширені процеси теплової сушки, при якій для видалення вологи з матеріалу в основному застосовують методи, засновані на спалюванні природного палива і продуванні зернової маси потоком гарячого повітря з подальшим викидом тепла в атмосферу. Подібний процес є вкрай неефективним з економічної точки зору, оскільки велика частина тепла, отриманого від згорання органічного палива, викидається в атмосферу і лише мала доля відходить безпосередньо на випар вологи і сушку зерна, що безпосередньо веде до подорожчання собівартості зерна та іншої зернової продукції. Аналіз світової практики сушіння дисперсних харчових продуктів [3,5] показує, що 10 % всіх енерговитрат припадає на привід вентиляторів, а інші 90 % – на сушіння. Теплова енергія витрачається в середньому так: на випар вологи витрачається 40 %, на нагрівання зерна – 10 %, на нагрів повітря і випареної вологи до температури сушильного агента 20 %, а 30 % теплоти втрачається у довкілля. Для виключення перерахованих недоліків пропонується новий метод сушіння зернових культур, заснований на кондуктивному нагріві матеріалу в комбінації із застосуванням механічного перемішування.

Сушіння дисперсного харчового продукту – це один з найбільш складних процесів термообробки, оскільки в її процесі змінюється агрегатний стан води в об'єкті, змінюються властивості одного продукту, а інколи і його форма. Сушку більшості харчових продуктів, призначених для живлення, здійснюють заздалегідь нагрітим повітрям. Виключення представляє сушка зернових, при якій сушильним агентом є суміш топкових газів і повітря. Безпосередній контакт продуктів згорання із зерном погіршує його якість у зв'язку з можливим проникненням у продукт канцерогенних компонентів. А викид топкових мас в атмосферу, яким супроводиться такий процес, значно погіршує екологічний фон.

Сушка є енергоємним процесом. Енергія, необхідна для перетворення 1 кг води на пару складає 2,7 Мдж, проте сушильні технології споживають в 2,5–3 рази більше [5]. Менші витрати енергії характерні для комбікормової і зерносушильної технологій. Але досягається це зниженням екологічної безпеки процесу, адже сушильним агентом в цих технологіях є суміш топкових газів і повітря. Для переважної більшості харчових технологій питомі витрати складають порядку 7–8 Мдж на 1 кг випареної вологи.

Ефективною дорогою комплексного вирішення проблем енергетики і екології при термообробці дисперсних зернових продуктів є використання в технологіях теплових труб (ТТ) і термосифонів (ТС). У ТТ і ТС реалізується замкнутий випарно-конденсаційний цикл, який дозволяє передавати великі теплові потоки при малому перепаді температур на значні відстані. Крім того, вони ще мають деякі тепло-технічні, технологічні та експлуатаційні переваги. Для організації процесу сушіння не потрібно спалювання органічного палива, а вся корисна робота проводиться за рахунок електроенергії.

Для вирішення цих питань були проведені експериментальні дослідження. Застосування термосифонно-механічного агрегату (рис.1) дає можливість вирішити поставлені завдання.

Термосифонно-механічний агрегат (ТМА) складається з корпусу 1, конденсатора 2, парогенератора 3, електроприводу 4. Обертвий термосифон представляє собою герметично закриту порожнину, частково заповнену теплоносієм. При підводі теплоти до випарника теплоносій починає кипіти, пара, що утворюється, направляється в конденсатор, де конденсується на стінках, віддаючи теплоту фазового переходу охолоджуючому середовищу. Пар переміщається за рахунок різниці тиску в випарнику і конденсаторі в результаті зменшення об'єму при конденсації пара. Конденсат під дією гравітаційних сил рухається назад у випарник. Таким чином, в обертвовому термосифоні реалізується замкнутий цикл. Продукт надходить у корпус зверху на нагріту поверхню конденсатора. Відбувається нагрівання продукту, одночасно сушіння і його перемішування, що запобігає перегріву деяких застійних зон, після чого висушений продукт вивантажується.

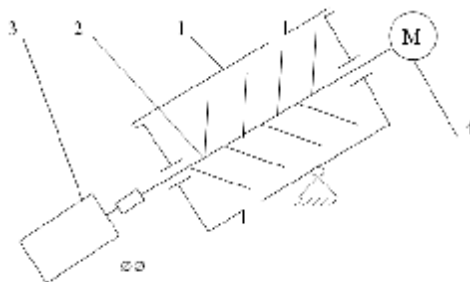


Рис. 1 – Схема термосифонно-механічного агрегату

Проведено ряд дослідів з вареним горохом, який використовується в харчоконцентратній промисловості. Була досліджена кінетика процесу (термограми процесу і криві сушіння варено-плющеного гороху показані на рис. 2 і 3) і розраховані питомі енерговитрати, що витрачаються на випаровування 1 кг вологи з продукту. Питомі енерговитрати становлять 3,1 МДж/кг, що набагато нижче від подібних показників по інших типах сушильних апаратів. Запропонована заміна в чинній технологічній лінії з виробництва варено-плющеного гороху існуючих на Одеському харчоконцентратному комбінаті стрічкових сушарок на ТМА показала енергетичну доцільність його впровадження (зниження розрахункових енерговитрат з 4,6 МДж на 1 кг продукту, що виробляється).

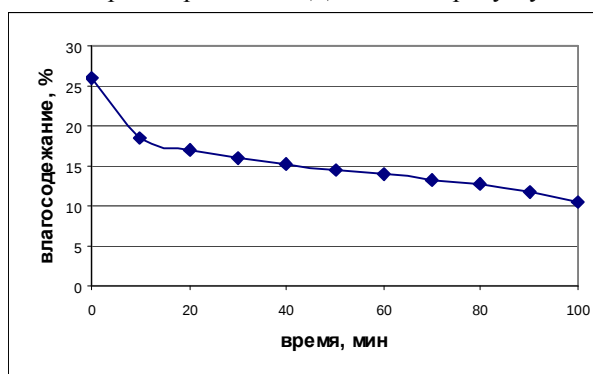


Рис. 2 – Крива процесу сушіння гороху в ТМА

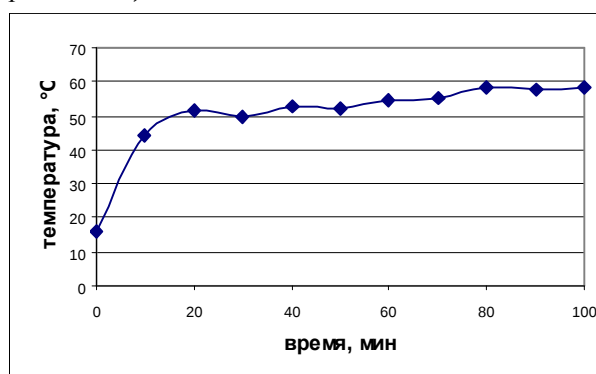


Рис. 3 – Термограма сушіння гороху в ТМА

Експериментальна частина досліджень була доповнена і іншими культурами – зерном пшениці та амаранту.

Швидкість протікання процесу сушіння, ступінь її завершеності залежить від способу підведення теплоти до матеріалу і від режиму сушіння. На малюнках 4 і 5 показані залежності кінетики сушіння цих культур від тиску (2, 1,75 і 1,5 атмосфери), що створюється всередині термосифону, який є гріючою поверхнею ТМА. Збільшуючи частоту обертів термосифонів до 40 об/хв досягали інтенсифікації процесу, так як тривалість сушіння знижувалася до 40-ка хвилин, що зображено на рис. 6.

Розрахунок тривалості процесу сушіння дисперсних матеріалів [9] виглядає так:

$$\frac{m}{V_n} \frac{dU}{dt} + k(U_0 - U)(U - U_p) = 0 \quad (1)$$

де m — маса дисперсного матеріалу; V_n — обсяг внутрішньопорового простору;

U_0, U, U_p — початковий, поточний і рівноважний вологовміст;

k — коефіцієнт швидкості сушіння.

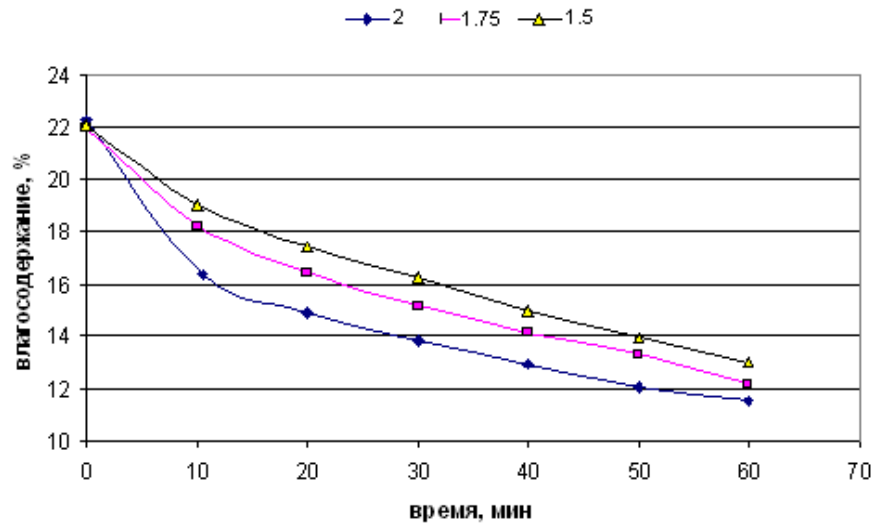


Рис. 4 – Криві процесу сушіння пшениці в ТМА

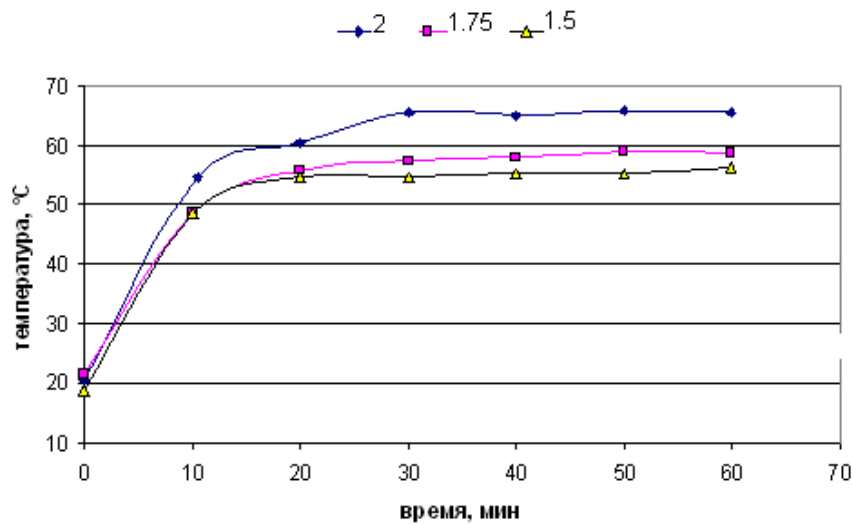


Рис. 5 – Термограми сушіння пшениці в ТМА

Після розділення змінних і інтегрування рішення рівняння (1) можна виразити через формулу, за якою розраховують тривалість сушіння:

$$t = \frac{r_n}{(1 - e) \cdot \Pi \cdot K \cdot (U_0 - U_p)} \cdot \ln \frac{(U_0 - U)(U_{p1} - U_{p2})}{(U_0 - U_p)(U_0 - U_{p1})} \quad (2)$$

де $r_n = \frac{m}{V_m}$ — насипна щільність;

V_m — об'єм дисперсного продукту; $\Pi = \frac{r_k}{r_u}$ — пористість;

r_k и r_u — уявна і дійсна густина дисперсного матеріалу;

e — порізність шару, яка пов'язана з пористістю рівнянням $V_n = V_m(1-e)\Pi$;

U_{p1} и U_{p2} — початковий рівноважний вологовміст матеріалу і на стадії прогріву.

Формула (2) зручна для обробки експериментальних даних, тому що кут нахилу кінетичних кривих до осі абсцис визначає константу швидкості сушіння K . Час сушіння дорівнює середньому значенню тимчасових критеріїв теплової обробки окремих частинок матеріалу. Продукт є більшою чи меншою мірою неоднорідним за кінцевим вологовмістом. У безперервно діючому термосифонно-механічному агрегаті із грічою поверхнею, що обертається, проводиться більш ретельна обробка матеріалу в цілому і дисперсних частинок зокрема, що допомагає знизити часовий показник і підвищити однорідність продукту за вмістом води на виході.

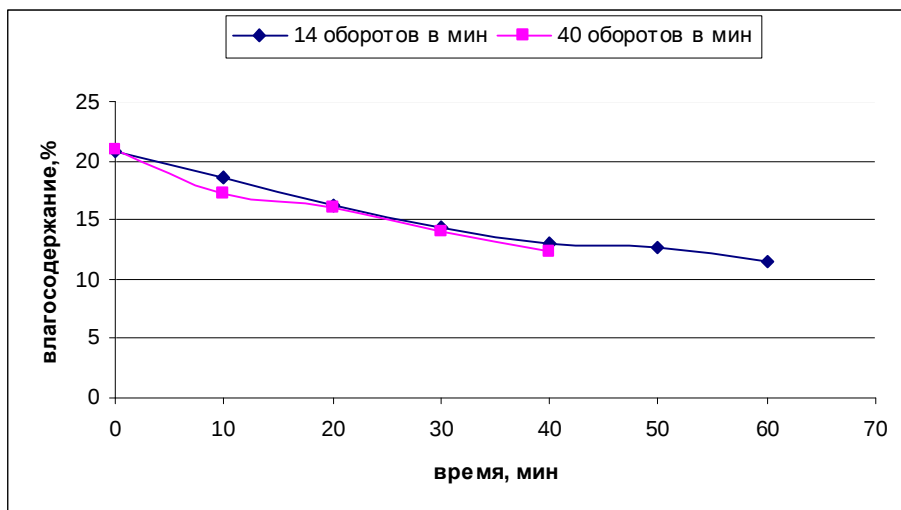


Рис. 6 – Залежність тривалості сушіння амаранту від частоти обертів термосифону в ТМА

Проведені експериментальні дослідження підтверджують перспективність промислового використання термосифонно-механічного агрегату при додатковому проведенні вибору режимів сушки різних зернових культур в ТМА.

Література

1. Рудобашта С.П. Фундаментальные исследования тепломассообмена при сушке // Материалы международной конференции СЭТТ-2005. – Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.Горячина. – Россия.
2. Бурдо О.Г., Зиков О.В., Казмірук Ю.О. Дослідження процесів мікро- і макроперенесення при сушінні в електромагнітному полі // Наукові праці ОДАХТ. – 2007. Вип. 30. том 1 – С. 169–172.
3. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками // Польша. – Пер. с польск. под ред. Щупляка И.А. – Л. – «Химия». – 1975. – 384 с.
4. Никитенко Н.И. Теория тепломассопереноса. – Киев: Наукова думка. – 1983. – 352 с.
5. Никитенко Н.И., Снежкин Ю.Ф., Сорокова Н.Н. Кинетика и динамика тепломассопереноса при сушке слоя диспергированного коллоидного капиллярно-пористого материала // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип. 28. – Т. 2. – С. 140–146.
6. Бурдо О.Г., Воскресенська О.В., Донкоглов В.І. Тенденції розвитку зерносушильної техніки // Зернові продукти і комбікорми. – 2006. – № 2. – С. 48 – 53.
7. Безбах И.В., Бурдо О.Г. Термомеханический агрегат для дисперсных продуктов // Наукові праці ОДАХТ. – 1999. Вип. 21. – С. 234–237.
8. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилки. – М.: Колос. – 1982.
9. Кришер О. Научные основы техники сушки // Пер. с нем. под ред. А.С. Гинзбурга. – М. – Издательство иностранной литературы. – 1961. – 539 с.

УДК: 537.226.047.46

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Панченко Г.І., Бошкова І.Л., канд. техн. наук, доцент, Волгушева Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська державна академія холоду, м. Одеса

Експериментально визначені діелектричні характеристики пшениці м'яких і твердих сортів залежно від вологовмісту шару для частоти електромагнітного поля 2450 МГц. Досліджено процес поглинання мікрохвильової енергії в шарі зерна й визначено глибину проникнення.

Dielectric characteristics of wheat of soft and firm grades depending on moisture content a layer for frequency of an electromagnetic field of 2450 MHz are experimentally defined. Process of absorption of microwave energy in a layer of grain is investigated and depth of penetration is defined.

Ключові слова: коефіцієнт діелектричної проникності, кут втрат, глибина проникнення, пшениця

Вступ

Для сушіння органічних дисперсних матеріалів перспективним є застосування комбінованих способів на основі кондуктивного, конвективного й мікрохвильового підведення теплоти [1,2]. Обґрунтованість потреби розвитку мікрохвильових сушарок пов'язана з необхідністю вирішення проблеми удосконалення нових технологій сушіння, які здатні забезпечити економію енерговитрат, одержання продукції з необхідною якістю та скорочення тривалості процесу. Підґрунтям для конструювання нового обладнання є аналітичні залежності для розрахунку температури й вологовмісту дисперсного матеріалу в процесі сушіння. Для розрахунку сушарок, які використовують мікрохвильовий підігрів, необхідні дані по діелектричним властивостям шару зерна, що пов'язано з потребою визначення глибини проникнення мікрохвильової енергії. В даний час дослідженням діелектричних властивостей матеріалів приділяється достатньо багато уваги, що пов'язано в першу чергу з методами визначення вологовмісту, які ґрунтуються на використанні мікрохвильових (МХ) технологій [3,4,5]. Однак в останні роки дослідженню діелектричних властивостей зернових не приділяється достатня увага. Метою даної роботи є визначення діелектричних властивостей пшениці твердих та м'яких сортів при різному вологовмісті та розрахунок глибини поглинання шару пшениці.

Результати роботи та їх аналіз

При взаємодії змінного електричного поля мікрохвильової частоти з діелектричним матеріалом відбувається його нагрівання внаслідок діелектричних витрат. Теплота перетворення P пропорційна значенню коефіцієнта (фактора) діелектричних витрат $\epsilon'' = \epsilon' \cdot \tan \delta$, частоті поля f й напрузі електричного поля в продукті E [6].

$$P = 0,556 \cdot 10^{-10} \epsilon'' \tan \delta \cdot E \cdot f, \text{ Вт/м}^3 \quad (1)$$

Частота поля f є величиною фіксованої й визначається технічними характеристиками генераторів, що випускаються. У промисловості випускаються магнетрони з частотою генерації 2450 МГц і 915 МГц. Найбільш доступними магнетронами є ті, що генерують частоту 2450 МГц. Крім того, збільшення частоти коливань підвищує швидкість нагрівання діелектричних матеріалів.

Напруженість електричного поля в продукті E не може бути розрахована аналітично, однак її значення визначається масою матеріалу й характеристиками МХ камери, тому експериментальне дослідження дозволяє виявити умови, при яких значення E в сукупності з іншими характеристиками процесу дадуть оптимальний ефект для даного процесу.

Залежність (1) відображає той факт, що ефективність перетворення енергії мікрохвильового поля в теплову залежить від діелектричних характеристик матеріалу. Коефіцієнт витрат включає коефіцієнт діелектричної проникності ϵ' й кут витрат $\tan \delta$. Діелектричну проникність можна розглядати як міру, що характеризує ступінь зниження напруженості поля в діелектрику в порівнянні з полем у вакуумі. Наступним важливим параметром, що характеризує діелектричні матеріали, є діелектричні витрати. Вони необхідні для визначення електричної потужності, що витрачається на нагрівання матеріалу. Для характеристики здатності діелектрика поглинати енергію змінного електричного поля використовують тангенс кута діелектричних втрат $\tan \delta$. Діелектричні втрати в речовині визначаються виразом $\epsilon'' = \epsilon' \cdot \tan \delta$. Щоб оцінити ступінь нагрівання речовини або провести попередній порівняльний аналіз для різних матеріалів, потрібно мати у своєму розпорядженні значення даних величин. У процесі сушіння діелектричні характеристики матеріалу можуть змінитися так, що його здатність перетворювати енергію електромагніт-

ного поля в теплову істотно зменшиться. Крім того, у сушарку може надходити матеріал з різним початковим вологовмістом. Все це визначило необхідність окремого дослідження діелектричних характеристик зернових матеріалів.

Величини ϵ' і $\text{tg}\delta$, отримані для м'якої й твердої пшениці на частоті 2450 МГц, при різних значеннях вологості, наведені в таблицях 1 і 2. Ці величини були визначені експериментально за відомими методами [7].

Результати показують, що зі збільшенням вологості діелектрична проникність ϵ' пшениці зростає. Значення $\text{tg}\delta$ складним чином залежать від вологості, однак при цьому зі збільшенням вологості зерна величина тангенса діелектричних втрат має тенденцію до зростання. Величина фактора витрат, обумовлена добутком $\epsilon'' = \epsilon' \text{tg}\delta$, для пшениці твердої перебуває в межах $\epsilon'' = 1,62 \div 4,84$; для пшениці м'якої $\epsilon'' = 1,53 \div 4,34$. Таким чином, сорт зерна впливає на фактор витрат, однак зниження вологовмісту помітно зменшує здатність матеріалу перетворювати енергію МХ поля. Так, якщо при початковому вологовмісті $u_0 = 0,192$ (що в середньому відповідає значенню вологовмісту зерна, що надходить у зерносушарки) пшениці м'якої $\epsilon'' = 2,76$, то при кінцевому $u_k = 0,13$ $\epsilon'' = 1,8$, тобто зміна становить 35 %. Ця обставина ускладнює одержання аналітичних залежностей для розрахунку сушіння матеріалів у мікрохвильовому полі. Для порівняння, вода при температурі 25 °С має значення $\epsilon' = 78$, $\text{tg}\delta = 0,16$, або $\epsilon'' = 12,5$ [8]. Таким чином, інтенсивність перетворення мікрохвильової енергії в теплову для води в кілька разів вища, ніж для зернових. Залежність коефіцієнта втрат від волого вмісту, котру ми спостерігаємо, може бути використана для оцінки зміни тривалості процесу сушіння при зміні вологовмісту матеріалу.

Таблиця 1 – Діелектричні характеристики зерна пшениці твердої при різній вологості (при $t = +22$ °С)

Вологовміст, %	ϵ'	$\text{tg}\delta$
13,0	7,81	0,23
14,0	8,57	0,24
16,1	9,04	0,26
17,2	9,34	0,27
19,2	9,86	0,28
22,0	10,8	0,30
24,3	13,7	0,28
25,4	15,6	0,27
27,5	17,3	0,28

Енергія при проникненні всередину матеріалу поглинається й слабшає. Товщина діелектрика, на якій потужність внутрішніх джерел теплоти зменшується в e раз, приймаємо за глибину проникнення [9,10]. При товщині зразка, що перевищує подвоєне значення глибини проникнення, рівномірність розподілу температури й вологовмісту може бути істотно порушена. Для оцінки глибини проникнення МХ поля в шар пшениці можна скористатися відомими теоретичними залежностями [10].

Таблиця 2 – Діелектричні характеристики зерна пшениці м'якої при різній вологості ($t = +22$ °С)

Вологовміст, %	ϵ'	$\text{tg}\delta$
13,0	8,15	0,20
14,2	8,58	0,22
16,4	9,02	0,24
17,0	9,21	0,25
19,3	9,86	0,26
21,8	10,8	0,27
24,0	13,2	0,27
25,2	15,0	0,26
28,1	16,1	0,27

Коефіцієнт ослаблення a визначається залежністю [10]:

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda_0} \left[\frac{1}{2} \cdot \epsilon' \left[\sqrt{1 + tg\delta^2} - 1 \right]^{1/2} \right] = \frac{2\pi}{12,24 \cdot 10^{-2}} \left[\frac{1}{2} \cdot 9,04 \left[\sqrt{1 + 0,26^2} - 1 \right]^{1/2} \right] = 19,88 \text{ м}^{-1} \quad (2)$$

де λ_0 – довжина електромагнітної хвилі у вакуумі.

Для МХ поля із частотою 2450 МГц $\lambda_0 = 12,24$ см. Діелектричні характеристики, для яких визначалося значення коефіцієнта ослаблення, відповідали значенням для зерна пшениці при температурі 20 °С і вологовмісті 0,16 кг/кг.; $\epsilon' = 9,04$, $tg\delta = 0,26$.

Знаючи коефіцієнт ослаблення, можна визначити глибину проникнення розрахунковим шляхом [10]:

$$\Delta = \frac{1}{2\alpha} = \frac{1}{2 \cdot 19,88} = 0,025 \text{ м} \quad (3)$$

Дані дослідів дозволяють розрахувати експериментальне значення глибини проникнення енергії МХ ЕМП у зерно пшениці. Розрахунок виконувався за умови, що коефіцієнт ослаблення електромагнітної енергії не змінювався по товщині шару. Тоді можна записати рівняння, що пов'язує потік, що поглинається у шарі, з коефіцієнтом ослаблення, відповідно до закону Бугера.

Відповідно до даних експерименту, в якому матеріал містив два шари зерна товщиною 0,01м, одержали, що кількість енергії, яка була поглинена у верхньому шарі, становило $\Delta J_1 = 36,2$ Вт; у середньому $\Delta J_2 = 25,3$ Вт. Кількість падаючої на поверхню верхнього шару: $J_1 = 120,2$ Вт. Розрахунки показали, що коефіцієнт ослаблення для першого шару: $\alpha = 30,1 \text{ м}^{-1}$ для другого шару: $\alpha = 30,1 \text{ м}^{-1}$. Глибина проникнення згідно із цими даними: $\Delta = 0,033 \text{ м}$. Аналогічні дані були отримані при інших експериментах на зразках, що містять 3 і 4 шари.

Значення коефіцієнта ослаблення електромагнітної енергії й глибини проникнення, що отримані за експериментальними даними для тришарового й чотиришарового зразка, збігаються. Чисельні значення цих величин залежать від електрофізичних характеристик матеріалу й справедливі при вологовмісті пшениці 0, 20-0,12 кг/кг і насипної щільності шару 640 кг/м³. Відхилення величини глибини проникнення, отриманої по теоретичній залежності (2), пояснюється похибкою у визначенні діелектричних характеристик зерна ϵ' й $tg\delta$.

Аналіз експериментальних даних показав, що подвоєна глибина проникнення, отримана як розрахунковим, так і експериментальним шляхом, не є оптимальною для вибору товщини шару зерна в сушарці. Її рекомендується збільшити в 1,5 - 2 рази, при цьому розігрів шару буде досить рівномірний, що пов'язане з відносно інтенсивним охолодженням зовнішньої поверхні (термічний опір теплопровідності дисперсного матеріалу значно вищий термічного опору тепловіддачі).

Висновки

1. Зі збільшенням вологості діелектрична проникність ϵ' зерна зростає. Значення тангенса кута втрат $tg\delta$ має складний характер залежності від вологості, однак є тенденція до зростання при збільшенні вологовмісту. Сорт зерна впливає на фактор витрат, однак зниження вологовмісту зменшує здатність матеріалу перетворювати енергію МХ поля. Так, при зниженні вологовмісту від 0,192 до 0,14 фактор діелектричних витрат для пшениці зменшується на 25 %. Тому при проектуванні зерносушарок із шаром, що рухається, для промислового використання раціонально забезпечити нерівномірну подачу електромагнітної енергії по висоті шару, з більшою щільністю енергії на вході й меншою на виході.

2. Величини глибини проникнення, отримані експериментально й за відомими аналітичними залежностями, що враховують діелектричні властивості матеріалу, корелюються один з одним.

Література

1. Атаназевич В. И. Сушка пищевых продуктов. – М.: Наука. – 2000. – 294 с.
2. Станкевич Г. Н. Технологии и техники сушки зерна в Украине // Промышленная теплотехника. – 2002. – Т. 24. – С. 52–56.
3. Абросимова Е.Б., Лабути С.А., Никулин С.М., Петров В.В. Амплитудный СВЧ влагомер твердых и сыпучих материалов // Измерительная техника. – 1996. – № 11. – С. 66–68.
4. Алешкин А.Н., Лабути С.А. Исследования зависимости диэлектрической проницаемости древесины от влажности резонаторным СВЧ методом // Межвуз. сб.: Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы и устройства. – Нижний Новгород. – 1999. – вып. 5. – С. 6–7
5. Алешкин А.Н., Лабути С.А., Пугин М.В. Исследования резонаторного СВЧ измерителя диэлектрической проницаемости твердых, сыпучих и жидких сред // Датчики и системы. – 2000. – №10. – С. 28–32.

6. Рогов И. А., Некрутман С. В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. – М: Агропромиздат. – 1986. – 350 с.
7. S. O. Nelson. A System for Measuring Dielectric Properties at Frequencies from 8.2 to 12.4 GHz // J. Transactions of ASAE. – 1972. – Vol. 15, No. 6. – P. 1094–1098.
8. S. O. Nelson. Review of Factors Influencing the Dielectrical Properties of Cereal Grain // J. Cereal Chem. – 1981. Vol. 58, No. 6. – P. 487–492.
9. Клоков Ю. В., Остапенков А. М. О глубине проникновения ЭМП СВЧ в пищевые продукты // Электронная обработка материала. – 1988. – №5. – С. 65–68.
10. Advances in Agricultural Science and Technology. Volume 1. Advances in Bioprocessing Engineering. Editors Harrison Yang, Juming Tang. World Scientific. – 2002. – 172 p.

УДК 635.44.004.4.004.12

КОРЕЛЯЦІЙНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Яковенко А.І., к.т.н., доц., Борта А.В., к.т.н., доц., Кац А.К., к.т.н.
Одеська національна академія харчових технологій

Наведено результати досліджень з обґрунтування показників якості пророслого зерна пшениці, за якими можна прогнозувати можливі зміни кількості та якості клейковини при зберіганні.

The results of researches are resulted on the ground of indexes of quality of germinating corn wheat's on which it is possible to forecast the possible changes of amount and quality of gluten at storage.

Ключові слова: проросле зерно, пшениця, показники якості, зберігання

Починаючи з 1997 року і донині на зернозаготівельні підприємства надходить зерно пшениці з пророслим зерном. Проростання відбувається ще на стеблі, перед жнивими. Причини цього явища — значні атмосферні опади і розтягнутий на 1,5...2 місяці період збору врожаю. У такий спосіб післязбиральне дозрівання зерна відбувається на рослині. При зволоженні такого зерна до 40-45 % навіть протягом доби воно може проростати. Це явище спостерігається у всіх сільськогосподарських регіонах України.

Під час зберігання пророслого зерна відзначені зміни кількості та якості клейковини. За даними наукових досліджень і практичної діяльності [1, 2] було встановлено, що в процесі нормального зберігання свіжозібраного зерна пшениці спостерігається збільшення виходу клейковини і поліпшення її якості. Але при зберіганні великих партій зерна врожаю десяти останніх років відбувалося зниження виходу клейковини при зміцненні її якості. Це було причиною переходу зерна з одного класу в інший — в основному з вищого в нижчий, хоча спостерігаються і протилежні варіанти. Такі зміни відбуваються тоді, коли зерно пшениці відносили до нижчого класу через слабку клейковину. Усе це було і залишається незрозумілим для фахівців галузі і призводить до матеріальних утрат, оскільки зерно реалізується за більш низькими цінами проти закупівельних.

Що відбувається з клейковиною при зберіганні пшениці?

За нашими спостереженнями [3, 4, 5] протягом 1997–2008 рр. зменшення виходу клейковини і поліпшення її якості при зберіганні відбуваються тільки в тих партіях, у яких є пророслі зерна і проростання відбулося в колосі до збору врожаю. У такому зерні процеси післязбирального дозрівання порушуються. Воно має підвищену активність ферментів, що зумовлює при зберіганні зниження виходу клейковини і поліпшення її якості. Доказом цього є той факт, що в пророслому зерні, як було показано нами раніше [3], вологість ендосперму і зародка дуже відрізняються і у ньому в деяких випадках спостерігається подальше проростання. Тому спрямованість біохімічних процесів убик розщеплення є характерною рисою такого зерна. Ці процеси і призводять до зміни кількості і якості клейковини. Але і власникам зерна, і Держхлібінспекціям потрібно довести, що ці процеси відбуваються з об'єктивних причин, а не через порушення технології зберігання зерна (аналогічні зміни можуть відбуватися і внаслідок порушення технології зберігання за рахунок процесів самозігрівання й ін.).

Метою нашого дослідження був пошук показників якості, за якими можна прогнозувати заздалегідь, перед закладкою на зберігання, можливі зміни кількості та якості клейковини при подальшому зберіганні.

Матеріалом для дослідження була узята пшениця сорту «Шестопаловка», вирощена на полях дослідної станції «Дачне» Одеської області. Зерно пшениці пророщували в лабораторних умовах при

температурі 18...20 °С в ростильнях під фільтрувальним папером протягом 12,18 і 24 годин. Подальше сушіння пророслого зерна проводили на лабораторній установці кафедри технології зберігання зерна. Усі досліди проводили за планом факторного експерименту з чотирикратним дублюванням [6]. Коефіцієнти кореляції розраховували за відомими формулами.

В результаті була встановлена кореляційна залежність між виходом клейковини і її вологістю, а також кислотністю і кислотним числом жиру в процесі зберігання і сушіння. Результати наведено в табл. 1.

З даних табл. 1 видно, що в процесі зберігання зерна між виходом клейковини і її вологістю існує висока пряма позитивна залежність, значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах 0,93...1,00.

Між виходом клейковини і кислотністю спостерігається негативна залежність і значення коефіцієнта кореляції коливається від –1,00 до –0,80. Між виходом клейковини і кислотним числом жиру також спостерігається негативна залежність — значення коефіцієнта кореляції дорівнює –1,00...–0,93.

Така висока кореляційна залежність спостерігається тільки в окремих випадках, коли розглядається процес зберігання при визначеній кінцевій вологості після сушіння (8, 11, 14 %) і визначеному часі пророщування (12, 18, 24 годин).

З табл. 1 також видно, що значення коефіцієнта кореляції між вологістю і виходом клейковини (при всіх вказаних вище досліджених термінах пророщення і кінцевих вологостях зерна) дорівнює 0,54. Таке значення коефіцієнта кореляції характеризує слабку кореляційну залежність. Відсутність узагалі якої-небудь залежності встановлено між виходом клейковини і кислотністю, де коефіцієнт кореляції дорівнює –0,42. Між виходом клейковини і кислотним числом жиру при таких самих умовах спостерігається негативна залежність з більш високим коефіцієнтом, який дорівнює –0,69. Відсутність високої кореляційної залежності для цих умов можна, мабуть, пояснити різним впливом проростання і теплового сушіння зерна на кількість і якість клейковини.

Наведені в табл. 1 дані показують також, що кінцева вологість при сушінні впливає на вихід клейковини: чим нижча кінцева вологість при сушінні — тим нижчий вихід клейковини. Максимальне зниження виходу клейковини (5 %) спостерігалось при пророщенні зерна протягом 24 годин, а мінімальне (1,3 %) — при пророщенні протягом 8 годин.

Таким чином, чим менший ступінь проростання зерна, тим менше сушіння впливає на зниження виходу клейковини. Це явище можна пояснити більш високою активністю ферментів при високому ступені проростання, що змінює агрегатний стан клейковини і змінює її водопоглинальну здатність. Зниження виходу клейковини при сушінні пророслого зерна супроводжується зниженням її вологості.

Висновки

1. Зниження кінцевої вологості зерна при його сушінні викликає зменшення виходу клейковини у пророслому зерні, що пояснюється зниженням вологості клейковини. Ступінь проростання зерна на корені також сприяє більшому зниженню виходу клейковини при сушінні.

2. Оскільки спостерігається висока кореляційна залежність між виходом клейковини, кислотністю і кислотним числом жиру при зберіганні (коефіцієнт кореляції складають відповідно –0,89 та –1,00), то ці показники можуть бути використані для попереднього прогнозування зниження виходу клейковини при зберіганні партій зерна пшениці з вмістом пророслих зерен.

Література

1. Кузьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. – 375 с.
2. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 368 с.
3. Яковенко А., Дмитренко Л., Борта А. Зміни кількості та якості клейковини у пророслому зерні під час зберігання // Зерно і хліб, № 3, 2007. – С. 20–21.
4. Яковенко А.І., Борта А.В. Вплив проростання зерна пшениці на її якість // Хранение и переработка зерна, № 10, 2007. – С. 17–19.
5. Яковенко А.І., Борта А.В., Артюшенко П.Н., Исследование качества партий зерна пшеницы с содержанием проросших зерен // Хранение и переработка зерна, № 11, 2008. – С. 24–25.
6. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів кореляції показників якості пророслого зерна пшениці при зберіганні

Зразок зерна		Тривалість зберігання, міс.	Клейковина, %		Коефіцієнт кореляції	Кислотність по бовтушці, град.	Коефіцієнт кореляції	Кислотне число жиру, мг КОН	Коефіцієнт кореляції		
вологість, %	тривалість пророщування, год.		вихід	вологість							
8	12	0 1,5 3	29,7 29,5 28,8	65 63 58	1,00	6,6 7,5 8,4	−0,95	8,2 8,6 9,5	−1,00		
11		0 1,5 3	30,3 28,4 27,0	66 65 62	0,93	6 8,2 9,1	−0,99	10,2 10,7 12,2	0,93		
14		0 1,5 3	31,0 29,0 27,0	68 67 62	0,93	5,6 7,8 10	−1,00	9,4 12,2 13,6	−0,98		
8		18	0 1,5 3	28,4 28,0 27,5	70 69 63	0,95	6,2 9 8,8	0,80	10,3 11,5 11,7	−0,90	
11			0 1,5 3	30,2 29,0 28,0	71 70 63	0,90	6,1 7,9 9,7	−1,00	10,0 12,5 12,7	−0,92	
14			0 1,5 3	30,5 30,0 28,5	70 70 64	0,97	6 7,5 10,3	−0,97	9,4 10,7 13,9	−1,00	
8			24	0 1,5 3	25,0 24,5 24,0	64 63 62	1,00	6 7,5 9,3	−1,00	11,8 12,9 13,9	−1,00
11				0 1,5 3	28,0 27,5 26,5	65 64 63	0,98	5,6 7,4 10,8	−1,00	12,4 13,9 14,4	−0,89
14				0 1,5 3	30,0 29,0 28,0	66 65 64	1,00	5,4 8,5 11,2	−1,00	9,2 11,9 12,3	−0,92
Коефіцієнт кореляції						0,54		−0,42		−0,69	

УДК [664.724 : 631.24](083)

ОБІГ СКЛАДСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ НА ЗЕРНО

Станкевич Г.М., д.т.н., проф., Страхова Т.В., к.т.н., доц., Будюк Л.Ф., к.т.н., доц.
Одеська національна академія харчових технологій

У статті наведено дані про нові форми первинних облікових документів для хлібоприймальних та зернопереробних підприємств, які закуповують, зберігають, переробляють та реалізують зерно і хлібопродукти. Наведено схему для зручнішого орієнтування у застосуванні нових форм.

The importation about forms of primary registration documents for grain reception and grain processing enterprises which store up, keep, process and sell grain and bread articles, has been given in the article. The scheme for convenient orientation in the new forms application has also been given.

Ключові слова: складські документи, ХПП, елеватори, форми, постанова, Мінагрополітики.

Із встановленням в Україні ринкових відносин та нових форм власності постало питання про розробку нової нормативно-технічної документації і підходів до порядку обліку й оформлення операцій із зерном та зернопродуктами.

Серед найбільш важливих, розроблених, затверджених і діючих за останні роки документів треба виділити такі як: закони України «Про зерно та ринок зерна в Україні»; «Про бухгалтерський облік і фінансову звітність в Україні»; «Про залізничний транспорт»; Статут залізниць України; Положення (стандарт) бухгалтерського обліку; Інструкція з планування, обліку і калькуляції витрат обігу, розрахунку відпускних цін на хлібопродукти і тарифи та послуги на заготівельних підприємствах (затверджена наказом № 5 від 10.01.97 р. Мінсільгосппродом України); Положення про Головну державну інспекцію якості та сертифікації сільськогосподарської продукції (відділ) Міністерства аграрної політики України та про Державну хлібну інспекцію (сектор) Головної державної інспекції якості; Статут Державної акціонерної компанії «Хліб України»; Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних, круп'яних та комбікормових заводах; Збірник № 5 Правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України від 21.11.2000 р.; Збірник № 4 Правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України від 21.11.2000 р. для однорідних вантажів; «Технічний регламент зернового складу» від 15.06.2004 р.; Положення про обіг складських документів на зерно від 27.06.2003 р.; Інструкція про порядок ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його перероблення на хлібоприймальних та переробних підприємствах незалежно від форм власності і господарювання від 11.07.2005 р.

Поряд з цим гостро постала проблема про введення в Україні нових складських документів, які б містили зобов'язаність елеваторів зберігати зерно та видавати його на вимогу власника. У 2006 році Мінагрополітики затвердив настанову про введення та використання типових форм первинних документів для хлібоприймальних та зернопереробних підприємств, яка буде діяти до 01.06.2011 р.

Застосовувані підприємствами раніше форми первинних облікових документів, затверджені наказом колишнього Міністерства хлібопродуктів СРСР, у 1988 році були відмінені наказом Держкомхлібопродуктів України у 1992 році та форми, які застосовували підприємства у відповідності з п. 5 ст. 8 Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні», не відповідали умовам ринкових відносин. Замість 146 первинних документів встановлено застосування лише 74. Нові форми носять нову назву, багато з них зазнали істотних змін, що ускладнює перехід на них підприємств.

Мета роботи — надати інформацію про особливості обігу нових первинних облікових документів для хлібоприймальних і зернопереробних підприємств та розробити зручну схему, яка допоможе користувачам краще орієнтуватись у їх застосуванні.

Розроблено новий альбом форм первинних облікових документів, використання яких поширюється на юридичних осіб (окрім Держкомрезерву) та на хлібоприймальні і зернопереробні підприємства, які закуповують, зберігають, переробляють та реалізують зерно і хлібопродукти. Ці підприємства пов'язані з процедурами оформлення приймання зерна, сировини і зернопродуктів, складського обліку приймання і руху хлібопродуктів, відвантаження зерна і продукції, відпуску на виробництво, операцій з комбікормами, фумігації та дезінсекції.

Нові документи містять інформацію про об'єм та вартість зерна; термін, на який прийнято його на зберігання; тариф за послуги зберігання; дату видачі такого простого складського свідоцтва. Подвійне складське свідоцтво складається з двох частин — саме складського та заставного свідоцтва. Воно також містить найменування юридичної або П.І.Б. фізичної особи, від якої прийнято зерно; місце його знахо-

дження або проживання. Бланки складських свідоцтв є документами суворої звітності. Такі документи видаються тільки сертифікованим зерновим складам на заміну Ф № 13.

Для оформлення надходження на підприємство зерна, сировини та продукції застосовують 12 документів, один з них – «Складська квитанція на зерно» обов'язковий для застосування на всіх підприємствах галузі хлібопродуктів.

Серед 8 документів загального користування — журнали реєстрації зважування на автомобільних та вагонних вагах і досліджень зараженості зерна шкідниками, реєстром накладних на прийняте зерно, приймальний акт надходження хлібопродуктів залізничним або водним транспортом, картка аналізу зерна та акт-рекламація.

Документальне оформлення діяльності підприємства представлено 13 первинними документами.

Відвантаження зерна і продукції представлено 4 первинними документами. Відпуск на виробництво оформлюється 15 документами.

При зачищенні на підприємстві застосовують 3 форми.

У виробничо-технічній лабораторії застосовують 9 первинних документів. Операції при фумігації та дезінсекції супроводжуються 5 документами.

Нові форми носять нову назву, що ускладнює швидкий перехід підприємств від старих до нових форм первинних облікових документів та застосування нормативно-технічної документації, введеної в дію до появи нових форм.

Для зручності орієнтації та застосування нових форм документів для хлібоприймальних підприємств нами розроблена зручна схема, наведена на рис. 1.

Висновок. Запропонована схема подає наочну класифікацію нових форм первинних облікових документів для хлібоприймальних і зернопереробних підприємств та значно спрощує їх застосування.

УДК [664.724 : 656.614] : 621.86.016

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ СХЕМ ЛІНІЙ ВІДПУСКАННЯ ЗЕРНА НА ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Станкевич Г.М., д.т.н., професор, Будюк Л.Ф., к.т.н., доцент, Страхова Т.В., к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій
Буценко І.М., голова правління ЗАО “Укрелеваторпром”

У статті наведено особливості ліній відпускання зерна на водний транспорт на Одеському портовому елеваторі та побудованих в Одеському та Іллічівському портах зернових перевантажувальних комплексах. Проведено аналіз тривалості завантаження зерна в трюми суден різної місткості та витрат часу на допоміжні операції. Визначено коефіцієнти використання основного обладнання відпускних ліній на водний транспорт.

The peculiarities of lines of grain tempering to water transport at Odessa port elevator and grain overloading complexes, built in Odessa and Illychevsk ports, have been given. The analysis of grain loading duration into vessels holds of different holding capacity and breakdown of time expenses on supplementary operations have been carried out. The coefficients of application of the main equipment of grain tempering lines to water transport have been determined.

Ключові слова: зерновий перевантажувальний комплекс, лінія відпускання зерна, судно, місткість судна, продуктивність відпускного обладнання.

Одним із джерел валютного поповнення бюджету України є експорт зерна.

З перших днів існування України як самостійної держави в її південних портах разом із діючими портовими елеваторами почали споруджувати зернові перевантажувальні комплекси, аналогів яким раніше не було. Це дозволило в 2008 році відвантажити за кордон — 12,9 млн. тонн зерна і зайняти гідне місце в п'ятірці найбільших світових країн його експортерів.

За прогнозами Міністерства аграрної політики на найближчу перспективу планується не тільки значне збільшення валового збору зерна, але й доведення обсягів його експорту до 25...26 млн. т.

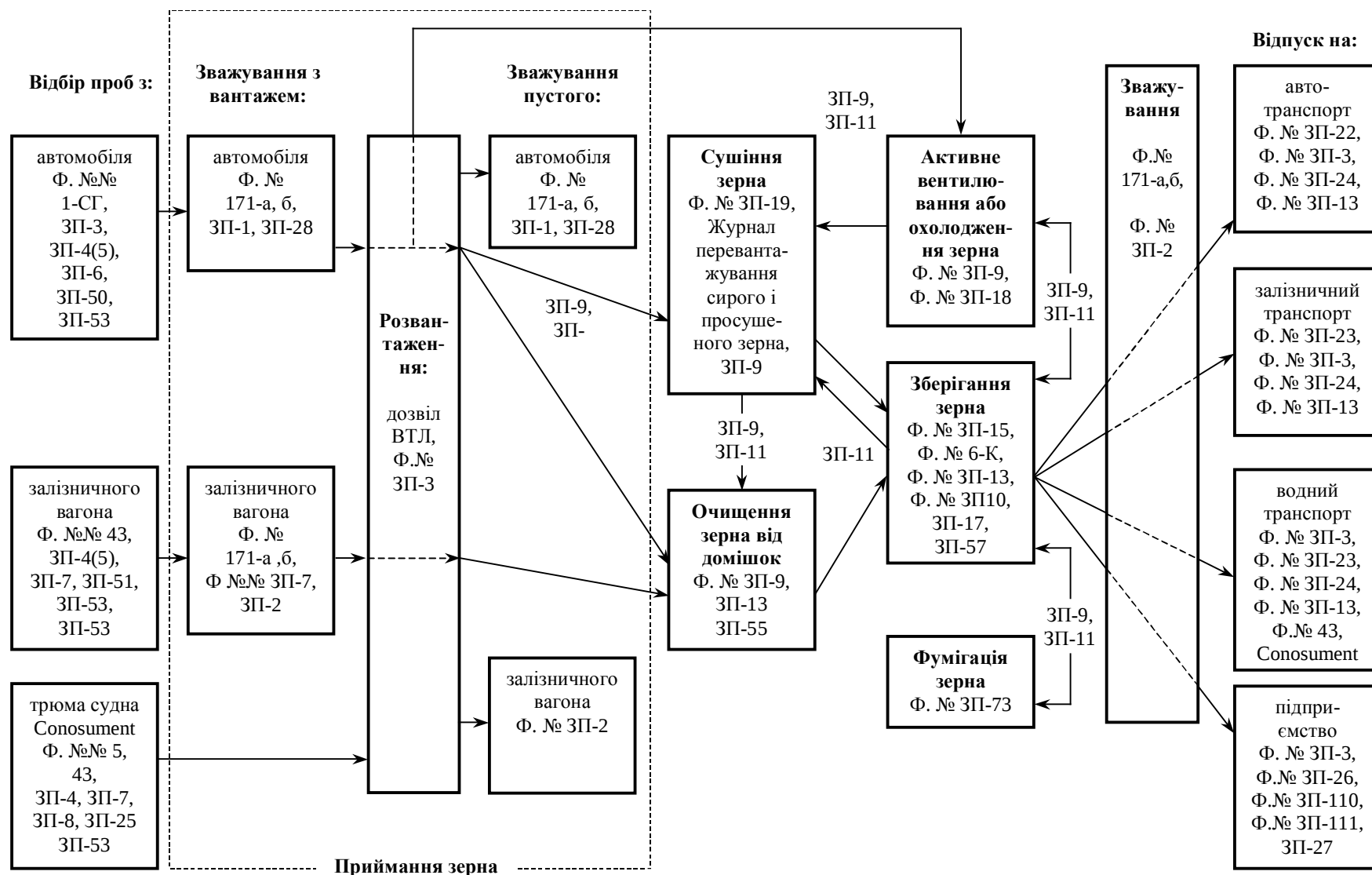


Рис. 1 – Схема обігу складських документів на зерно

Ставиться завдання підвищення якості культур, що експортуються, оскільки сьогодні основний обсяг припадає на зерно IV, V, VI класів, що не дозволяє встановлювати на нього високі ціни. Для його вирішення вносять зміни і доповнення до чинних державних стандартів на основні колосові, бобові і олійні культури з метою їх удосконалення і адаптації до стандартів ЄС.

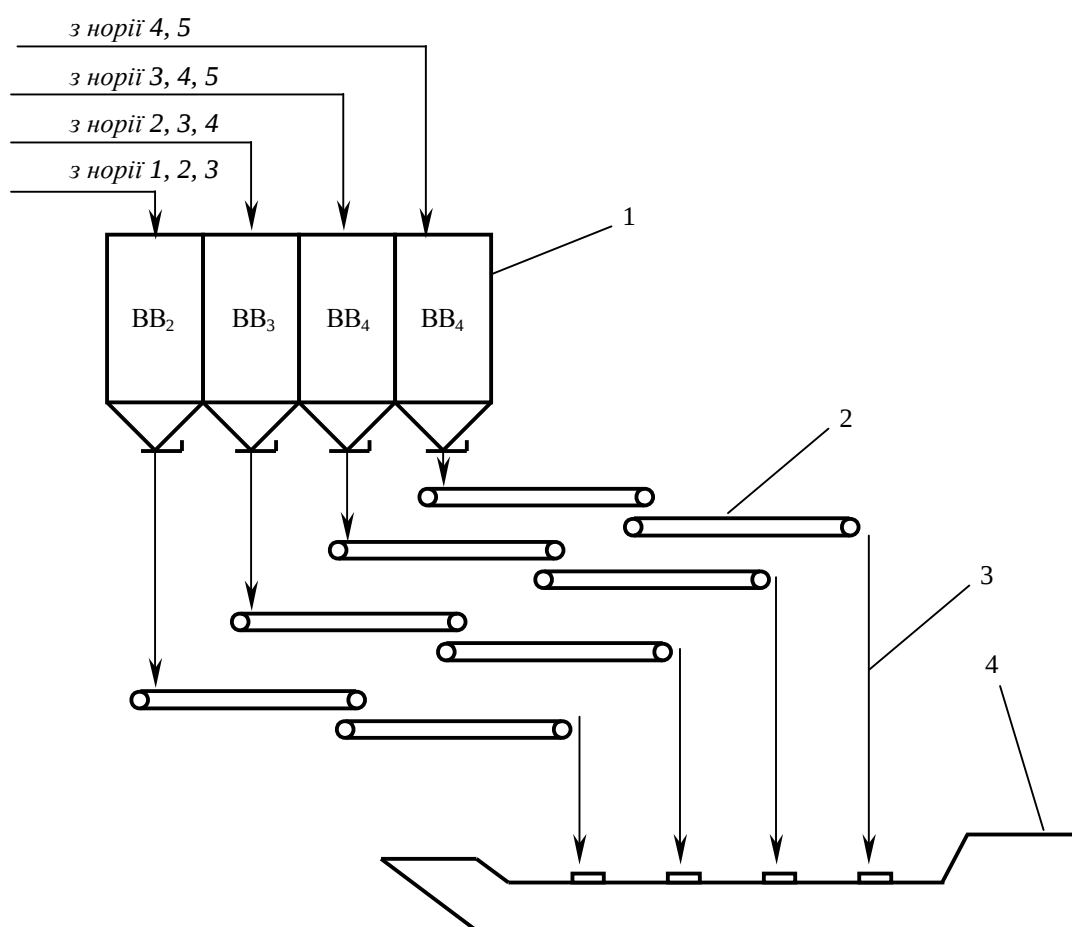
Продовжується реконструкція діючих портових елеваторів і будівництво нових зернових терміналів.

Метою цього дослідження було вивчення схем ліній відпуску зерна на діючих портових елеваторах та зернових терміналах і ефективності роботи основного транспортувального устаткування в них.

Схеми відпуску зерна в річкові і морські судна відрізняються, тому досліджували тільки останні.

Встановлено, що на портових елеваторах України в лініях відпуску зерна на водний транспорт встановлені відпускні накопичувальні бункери, щоб продуктивність завантаження судна не залежала від роботи основних норій елеватора.

На ряді з них створено достатньо протяжний фронт завантаження зерна відразу в декілька трюмів судна шляхом обладнання галереї з декількома паралельно працюючими відпускними завантажувальними трубами. Їх кількість залежить від габаритів і місткості суден, найчастіше встановлюваних під завантаження. Така схема лінії відпуску зерна на водний транспорт реалізована на Одеському портовому елеваторі (рис. 1). Найчастіше продуктивність відпускного транспортувального устаткування в лініях портових елеваторів 500 т/год (рідше — 350 т/год).



1 – відпускні накопичувальні бункери; 2 – відпускні конвеєри (500 т/год);
3 – завантажувальні телескопічні труби; 4 – судно

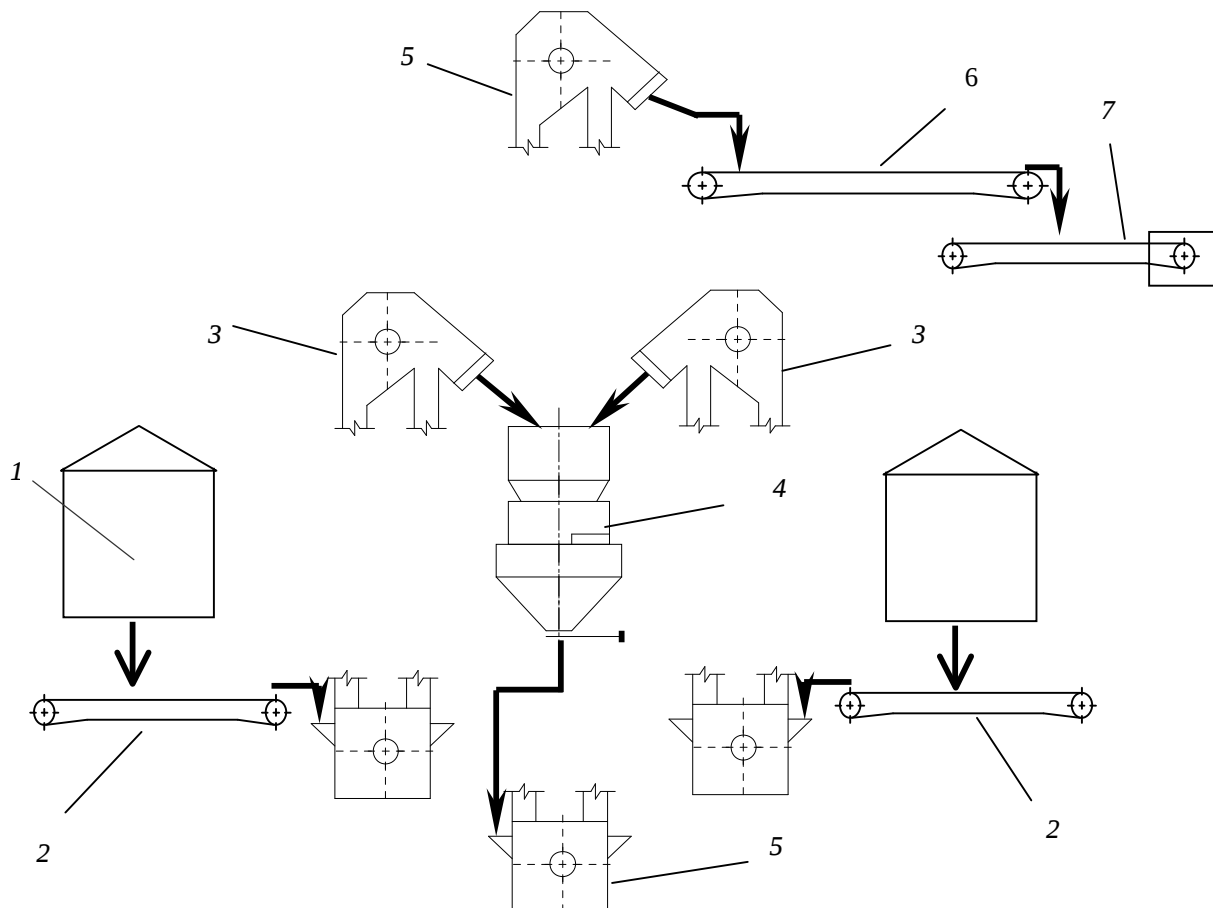
Рис. 1 – Схема лінії відпускання зерна на водний транспорт на Одеському портовому елеваторі

Труднощі при завантаженні суден за такою схемою іноді виникають, оскільки розташування завантажувальних люків у трюмах різних суден різне.

На ряді портових елеваторів і практично всіх зернових терміналах лінії відпуску зерна включають у свій склад спеціальні пересувні машини, портали, переміщувані по рейках з поперечним висувним кон-

веєром, на кінці якого встановлена телескопічна завантажувальна труба, що дозволяє подати зерно в будь-яку точку трюму судна. Пересувним завантажувальним пристроєм слід віддавати перевагу, оскільки завантажувальну трубу можна підводити до завантажувальних люків трюмів, а не переміщувати судно.

На більшій частині терміналів у південних портах України продуктивність завантажувального устаткування для відпускання зерна 1200 т/год (рис. 2), рідше — 700...750 т/год.



1 – силос; 2 – конвеєр ($Q = 600 \text{ т/год.}$); 3 – норія ($Q = 600 \text{ т/год.}$); 4 – ваги; 5 – норія ($Q = 1200 \text{ т/год.}$); 6 – конвеєр ($Q = 1200 \text{ т/год.}$); 7 – суднозавантажувальна машина СПМ ($Q = 1200 \text{ т/год.}$);

Рис. 2 – Схема лінії відпускання зерна на водний транспорт на ЗАТ “Укрелеваторпром”

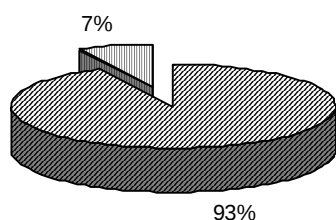
Зерно, як правило, подають з двох силосів різних рядів на підсилосні конвеєри продуктивністю 600 т/год, а потім, після зважування, на норію продуктивністю 1200 т/год і далі на відпускні конвеєри.

Аналіз завантаження суден різної місткості на одному із зернових терміналів Іллічівського порту показав, що в загальному часі завантаження судна частка часу на перестановку завантажувальної труби змінюється.

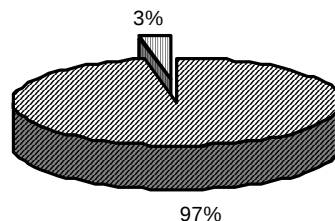
На рис. 3 подано співвідношення “чистого” часу завантаження суден різної місткості і часу перестановки завантажувальної телескопічної труби.

Як видно з рис. 3, час, що витрачається на перестановку завантажувальної телескопічної труби, зменшується із зменшенням місткості судна і числа трюмів у ньому. На суднах місткістю 50 і 35 тисяч тонн — 5 трюмів, тому час, що витрачається на переміщення завантажувальної труби, близько — 7,41 %, і 6,33 % відповідно, а на судні місткістю 10 тис. тонн — 3 трюми, тому час на перестановку завантажувальної труби удвічі менший.

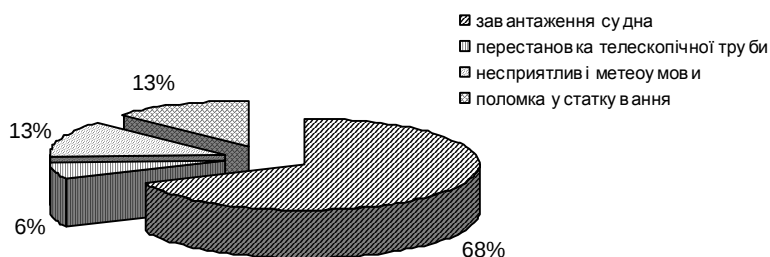
У табл. 1 наведено дані про ефективність роботи обладнання ліній відпускання зерна на водний транспорт, які найбільш часто зустрічаються на зернових терміналах.



а) судно місткістю 50 тис. т



б) судно місткістю 35 тис. т



в) судно місткістю 10 тис. т

Рис. 3 – Діаграма витрат часу на завантаження суден різної місткості

Таблиця 1 – Фактична продуктивність і коефіцієнт використання обладнання при завантаженні суден різної місткості

Місткість судна, тис. т	Паспортна продуктивність відпускнуго обладнання у лінії, т/год	Фактична продуктивність обладнання, т/год	Коефіцієнт використання обладнання, K_v
50	1200	640	0,53
35	1200	409	0,34
10	1200	271	0,23

Висновок. Таким чином, аналіз даних, наведених у табл. 1, показує, що малотоннажні судна завантажувати на терміналах з продуктивністю обладнання 1200 тонн на годину недоцільно, оскільки коефіцієнт використання обладнання при цьому більш ніж удвічі нижчий.

УДК 664.724 : [621.868.23 : 725.36]

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИЙОМНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПОДОВЖНЬОГО ТИПУ

Станкевич Г.М., д.т.н., проф., Страхова Т.В., к.т.н., доц., Будюк Л.Ф., к.т.н., доц., Шпак В.М., асп.
Одеська національна академія харчових технологій

Україна з урахуванням потужностей наших портів може забезпечити експорт 25...26 млн. т зернових на рік через портові елеватори та зерноперевантажувальні комплекси, що експлуатуються в них. Одна з найважливіших операцій на ЗПК — приймання зерна з залізничного транспорту у пристроях подовжнього типу, які знайшли застосування останнім часом. Метою роботи є визначення ефективності їх роботи та факторів, що впливають на них.

Ukraine taking into account capacities of our ports can provide export of 25...26 million tones cereals per year through exploited port elevators and grain reloading complexes. One of the essential operations at grain reloading complexes is grain reception from railway transport in longitudinal type devices, which have found wide application lately. The research is determination of efficiency of their work and factors, influencing it.

Ключові слова: приймальний пристрій з залізничного транспорту подовжнього типу, вагон-зерновоз, подача вагонів, хронометраж.

Україна є одним з основних виробників зернових на території колишнього Радянського Союзу. З огляду на велику кількість родючих сільськогосподарських земель, потенційні можливості України з виробництва зернових оцінюються в 80 млн. т. Українські аграрії ще не готові виробити такі обсяги зерна, та й більш високі врожаї приводять до падіння цін нижче собівартості зерна, що робить його виробництво низькорентабельним або взагалі збитковим. Більш реальне споживання близько 50 млн. т зернових у рік, з яких 27 млн. т — внутрішнє споживання і 25...26 млн. т — експорт, з урахуванням потужностей наших портів. У той самий час на українському ринку є ряд недоліків, що не дозволяють більш стрімко розвивати експортні поставання. У першу чергу, це низька якість зерна, що робить Україну в основному постачальником фуражних зернових, обмежує географію поставань і дозволяє конкурувати вітчизняному зерну тільки за рахунок більш низької ціни.

Загальна місткість зерносховищ в Україні, за оцінками експертів, складає не менш 35 млн. т. На долю елеваторів припадає близько 40 % від загальної ємності зберігання зерна або 14 млн. т одноразового зберігання. У загальній структурі елеваторної промисловості десята частина всіх обсягів одноразового зберігання зерна відноситься до портових потужностей — приблизно 3,5 млн. т. При цьому в державній власності знаходяться портові ємності для одноразового зберігання 200 тис. т зерна (на Одеському і Миколаївському портових елеваторах). Ряд інвесторів, що прийшли на український ринок хлібопродуктів, розпочали власне будівництво виробничих потужностей. Були зведені сучасні високомеханізовані портові елеватори, термінали, переважно металевого силосного виконання, орієнтовані на експортні операції. Нині в Україні введено в експлуатацію більше 40 елеваторів такого типу місткістю від 15 до 200 тис. т одноразового зберігання. На ці елеватори основна маса зерна надходить залізничним транспортом, а відвантажується на водний транспорт. Це пояснюється широкою розвинутою інфраструктурою, перевезеннями зерна з Росії, Казахстану, Молдови.

На підприємствах з великим обсягом приймання зерна з залізничного транспорту зводять приймальні пристрої подовжнього типу. Мало певний інтерес досліджувати ефективність роботи таких приймальних пристроїв на двох підприємствах, зведених в останні роки в Одеській обл.

На рис. 1 і 2 наведені схеми ліній приймання зерна з залізничного транспорту в пристроях подовжнього типу на першому і другому підприємствах. Як видно, схеми відрізняються тільки тим, що на першому підприємстві відсутні порціонні ваги, а норія подає зерно в дистриб'ютер, що розподіляє зерно за напрямками на надсилосні скребкові конвеєри.

На станцію розвантаження вагонів (СРВ) подають 8 вагонів по чотири з кожної сторони від норії. Зерно з кожних чотирьох вагонів попадає на приймальний скребковий конвеєр продуктивністю 250 т/год кожний. Зерно з цих скребкових конвеєрів одночасно подається на один збірний конвеєр продуктивністю 500 т/год, потім надходить у норію і, далі, за схемою розподіляється на підсилосні скребкові конвеєри та подається в силоси.

Метою дослідження було визначення середньої тривалості розвантаження подач з 8 вагонів, у тому числі визначення середньої тривалості розвантаження одного вагона, їхнє порівняння, визначення ефективності роботи ліній приймання та рекомендацій з можливого удосконалювання ліній.

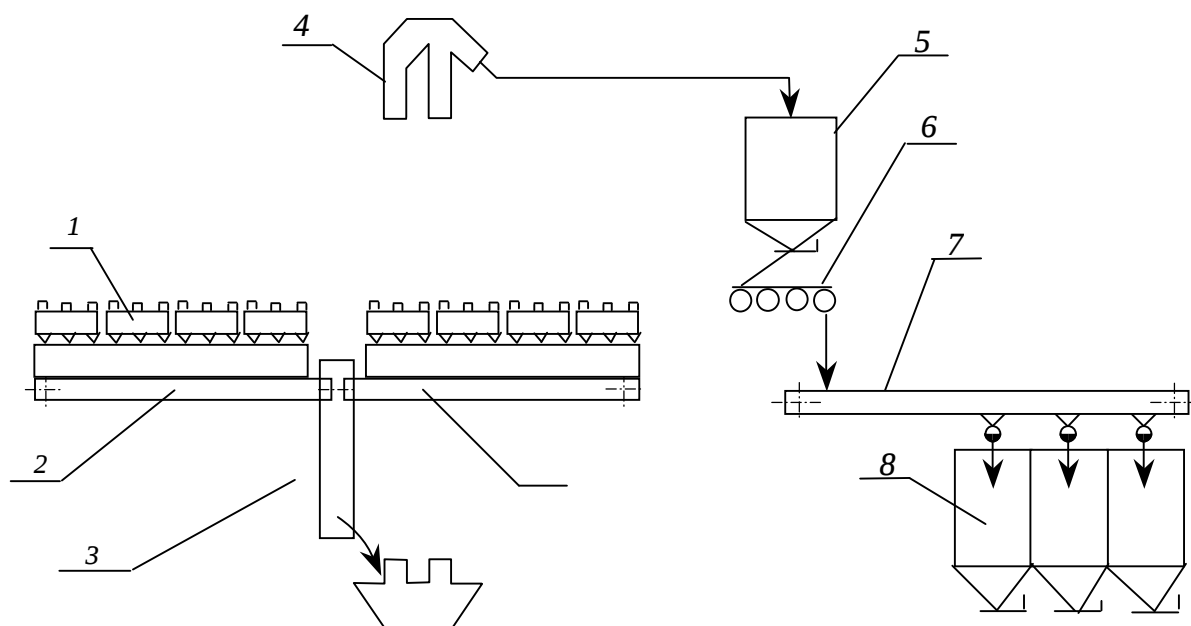
Хронометраж проводили методом «поточного» часу, тобто фіксували початок і закінчення кожного елемента, що входить у загальний час вивантаження зерна з вагона. Проводилися дослідження 20 подач вагонів однієї культури (пшениці) на кожному підприємстві.

Усереднені дані хронометражу для однієї подачі вагонів на кожному підприємстві представлено в табл. 1.

Як видно з наведених даних, загальний час перебування подачі з 8 вагонів під розвантаженням склав для першого підприємства 1,73 години, для другого — 1,91 години, тобто різниця для однієї подачі вагонів становить 11 хвилин.

Аналіз даних хронометражу показує, що така розбіжність викликана людським фактором, оскільки переважна більшість операцій на другому підприємстві виконується повільніше. Час витікання зерна з одиничного вагона з урахуванням його огляду в першому випадку склав 10 хвилин, а в другому 10,8 хвилин, що близько до даних досліджень ВНДІЗТ («ВНИИЖТ») (8...9 хвилин).

Продуктивність вивантаження зерна на першому підприємстві склала 324 т/год, на другому — 293 т/год, при цьому коефіцієнт використання устаткування на першому підприємстві дорівнює 0,65, а на



1 – зерновоз; 2 – конвеєр $Q=500$ т/год., встановлений вздовж залізничної колії під вагонами;
3 – поперечний конвеєр, що передає зерно на норію ($Q=500$ т/год); 4 – норія $Q=500$ т/год; 5 – бункер;
6 – дистриб'ютер (поворотна труба); 7 – надсилосний конвеєр; 8 – силоси

Рис. 1 – Схема лінії приймання зерна з залізничного транспорту в пристроях подовжнього типу

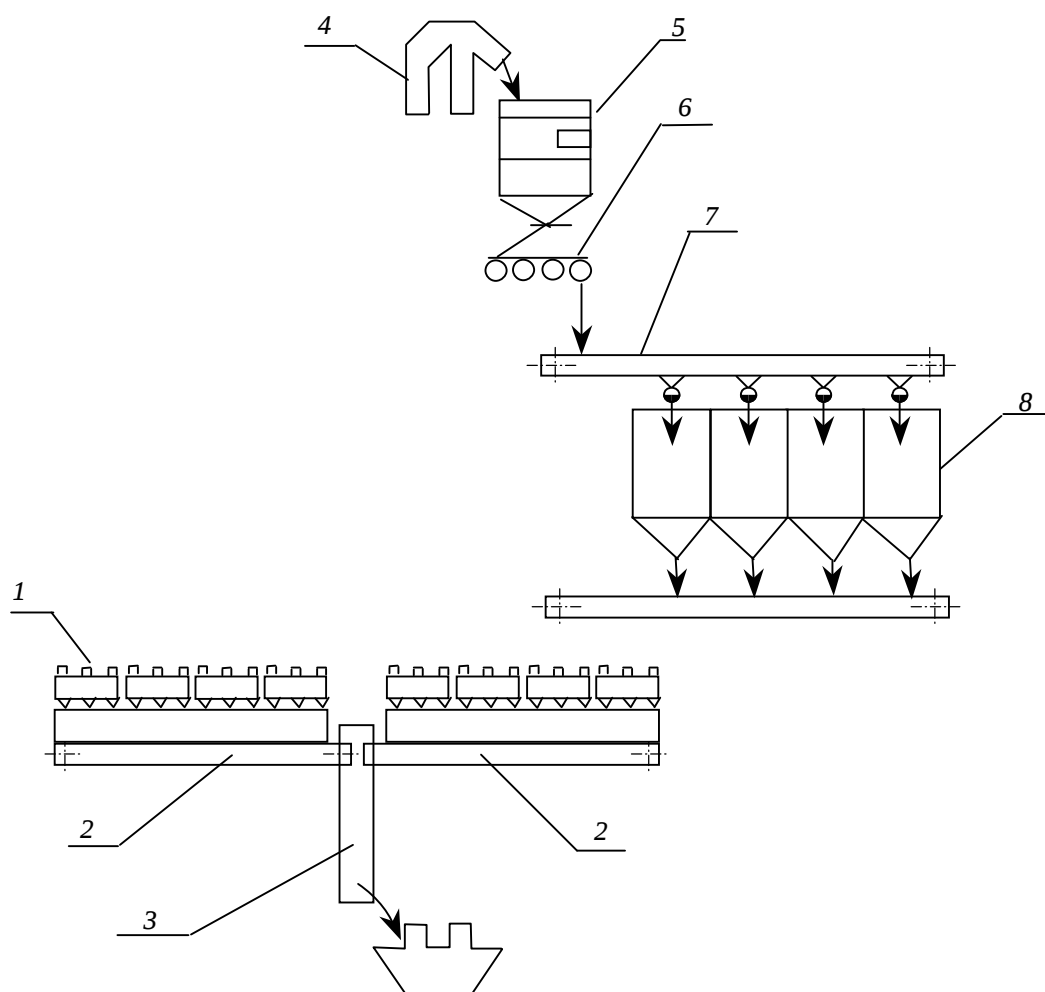
другому — 0,59. Якщо врахувати, що обсяги приймання зерна на досліджуваних підприємствах великі, то такі розбіжності мають значення та впливають на ефективність роботи підприємства в цілому.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що з метою підвищення ефективності використання устаткування необхідно проводити операції з підготовки до розвантаження завчасно, при проведенні окремих етапів розвантаження домагатися скорочення їхньої тривалості за рахунок ефективної організації праці.

Таблиця 1 – Усереднені дані хронометражу

Операції	Час, с	
	на першому підприємстві	на другому підприємстві
Зважування	300	300
Подача вагонів до місця розвантаження	180	300
Зняття пломб і добір проб	1200	880
Визначення якості зерна в лабораторії	720	900
Відкривання випускних ліжок у вагонах	610	880
Висипання зерна з 4-х вагонів і їхнє зачищення	2400	2600
Закриття засувки випускних ліжок	240	440
Прибирання вагонів	300	300
Зважування вагонів	300	300
Загальний час	6250	6900

Ефективність розвантаження зерновозів у приймальних пристроях подовжнього типу може бути значно знижена, якщо число вагонів у подачі буде нижче запланованого або в подачі будуть вагони з зерном різних культур або із зерном, якість якого не відповідає даним якісного посвідчення. При плануванні роботи з приймання зерна з залізничного транспорту подовжнього типу необхідно формувати подачі з однорідним зерном.



1 – зерновоз; 2 – конвеєри $Q=250$ т/год., встановлені вздовж залізничної колії під вагонами;
3 – поперечний конвеєр, що передає зерно на норію ($Q=500$ т/год.); 4 – норія $Q=500$ т/год.;
5 – ваги автоматичні порційні; 6 – поворотна труба; 7 – надсилосний конвеєр; 8 – силоси

Рис. 2 – Схема лінії приймання зерна з залізничного транспорту в пристрої подовжнього типу на другому підприємстві

У перспективі необхідно врахувати, що за кордоном уже є вагони-зерновози вантажопідйомністю 90 тонн, у зв'язку з чим можна буде переобладнати приймальні пристрої, збільшивши їхню довжину і забезпечивши можливість приймати вагони обох видів. При будівництві нових СРВ бажано було б обладнати приймальні пристрої з вагонів на прийом автомобільних зерновозів, оскільки нові причепи-зерновози мають щільний механізм розвантаження. При цьому на прийальному пристрої необхідно встановити платформу для заїзду автотранспорту і використовувати її в період відсутності на підприємстві вагонів.

Література

1. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов: Монография. – М.: Изд. Комплекс МГУПП, 2005. – 370 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування хлібоприймальних підприємств та елеваторів (ВНТП–СГП–46-28-96). – Харків: Харківський ПЗП, 1995.

УДК 664.724:[629.331:621.86.067]

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА З АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗАТ “УКРЕЛЕВАТОРПРОМ”

Буценко І.М., голова правління ЗАТ “Укрелеваторпром”;
Станкевич Г.М., професор, Будюк Л.Ф., доцент, Страхова Т.В., доцент, Шпак В.М., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

У роботі наведено результати дослідження якісного складу автомобілів, що доставляють зерно та зернові перевантажувальні комплекси, засобів та технологій його вивантажування, які забезпечують високу пропускну здатність приймальних пристроїв та роботу основних норій підприємств з максимальною продуктивністю.

The result of the investigation of qualitative composition of the transport which delivers grain to grain overloading complexes, means and technologies of its unloading, which provide with high capacity of reception devices and operation of the main parts of enterprises with maximum productivity, have been given in the paper.

Ключові слова: автотранспорт, автомобілерозвантажувач, технологія вивантаження зерна, приймальний пристрій, зерновий термінал.

Розвиток кризи в світі і Україні, а також входження її до Світової організації торгівлі (СОТ) викликали необхідність пошуку вченими шляхів підвищення якості та обсягів експорту зерна і продукції харчових підприємств.

В Україні зосереджено 27 % загальної площі чорноземів усієї Європи, що дозволяє їй вирішити це завдання. Вже сьогодні вона займає гідне місце серед світових експортерів зерна.

У 2008 році загальна площа під посівами зернових і зернобобових культур склала 15,3 млн. га, їх валовий збір після проведення післяжнивної обробки — 39 млн. т, а обсяги експорту — 12,9 млн. т.

Динаміка виробництва основних експортних культур пшениці і ячменю в період з 2004 по 2008 рік показує зниження їх врожайності і валових зборів, тоді як у кукурудзи і особливо у рапсу вони зростають. Про зменшення посівів рапсу в перспективі з метою збереження якості українських чорноземів поки йдуть тільки дискусії.

На тривалішу перспективу Міністерство аграрної політики планує зменшити посівні площі під зерновими, бобовими і олійними культурами, збільшити валовий збір зерна до 80 млн. тонн, а його експорт за кордон — удвічі. Такий прогноз робить злосудним питання будівництва нових, а також реконструкції і розширення експлуатованих вже 30 років і більше діючих хлібоприймальних підприємств (ХПП) і елеваторів різного цільового призначення.

Інтенсивне будівництво в південних портах України зернових перевантажувальних комплексів з металевими силосами великої місткості дозволить вирішити тільки завдання експорту зерна, поставлене на перспективу, але не його післязбиральної обробки. Велика їх частина приймає з автомобільного і залізничного транспорту сухе продовольче зерно згідно з його товарною класифікацією, таке, що вже пройшло післязбиральну обробку.

Не менш гостро, у разі реалізації прогнозу Міністерства аграрної політики, постає питання обслуговування в найкоротші терміни автомобілів, що доставляють зерно на підприємства.

Метою цієї роботи було дослідження якісного складу автомобілів, що доставляють зерно на ЗАТ “Укрелеваторпром”, засобів і можливих технологій його вивантаження. Для порівняння в роботі наведені дані досліджень, які проводяться й на інших підприємствах.

Для вивчення якісного складу автомобілів, що доставляють зерно на досліджувані підприємства, були взяті дані про їх надходження за три доби максимальних обсягів його приймання.

Потім, після їх усереднення і математичної обробки, яка дозволяє оцінити достовірність отриманих результатів, були прийняті інтервали мас партій зерна, що доставляється автомобілями за добу (табл. 1) за формулою

$$\alpha_i = \frac{A_{ic}}{\sum A_{io}} \cdot 100, \%$$

де A_{ic} — число автомобілів за добу, які доставляють партії зерна масою, відповідною i -му інтервалу, штук;

$\sum A_{io}$ — сумарне число автомобілів, які доставили зерно на підприємство за досліджувану добу.

Таблиця 1 – Інтервали мас партій зерна, яке доставляється на підприємство автомобілями

Маса партії зерна, т	Інтервали мас партій зерна						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
	з 5 до 10	з 10 до 15	з 15 до 20	з 20 до 25	з 25 до 30	з 30 до 35	більше 35

Розраховані частки автомобілів (L_i), які доставляють партії зерна вказаної в i -му інтервалі маси. Отримані дані подано в табл. 2.

Таблиця 2 – Число і частка автомобілів різної вантажопідйомності, що надходять за добу

Номер інтервалу	Маса партій зерна, які доставляються, т	Порти						Любашівський елеватор	
		Одеський		Іллічівський		Миколаївський			
		A_i , шт.	L_i , %	A_i , шт.	L_i , %	A_i , шт.	L_i , %	A_i , шт.	L_i , %
I	від 5 до 10	1	0,5	–	–	1	0,7	103	36,5
II	від 10 до 15	10	5,1	9	3,5	4	2,8	30	10,6
III	від 15 до 20	8	4,1	43	16,8	11	7,7	66	23,4
IV	від 20 до 25	44	22,6	97	37,9	38	26,6	80	28,5
V	від 25 до 30	118	60,5	84	32,8	63	44	3	1,1
VI	від 30 до 35	13	6,7	23	9	26	18,2	–	–
VII	більше 35	1	0,5	–	–	–	–	–	–
Число ліній приймання зерна з автотранспорту		1		2		1		4	
Число машин, які надійшли за добу		195		256		143		282	

Примітка: У першому, другому і третьому інтервалах 90 % автомобілів — одиничні, інші — КамАЗи з кузовом і причепом заводського виготовлення. В IV, V, VI і VII інтервалах 90 % автомобілів припадає на частку КамАЗів, у яких перевізниками зерна проведено “нарощування” бортів у кузові і причепі на різну висоту; 10 % — це самоскиди з причепами того самого заводу-виготовлювача, а також зарубіжних фірм DAF, RENO, VOLVO та інших.

Проведено розрахунок середньої вантажопідйомності автомобілів, що беруть участь у перевезеннях зерна в різних портах за формулою

$$\bar{G}_a = \frac{\sum E}{\sum A}, \text{ кг,}$$

де $\sum E$ — сумарна маса партій зерна, доставлених на підприємство за досліджувану добу, тонн;

$\sum A$ — сумарна кількість автомобілів, що доставили це зерно, штук.

Розрахунки середньої вантажопідйомності автомобілів ($\bar{G}_a$), що доставляють зерно на термінали Одеського, Іллічівського і Миколаївського портів, показують, що вона становить 28,4, 25,3 і 27,6 тонн відповідно, а на Любашівському елеваторі — 18,6 тонни.

Частка автомобільних партій зерна масою 20 т і більше становить на “Укрелеваторпромі” — 90,9 %, окремих терміналах Іллічівського і Миколаївського портів — 79,7 % і 88,0 % відповідно, тоді як на Любашівському елеваторі всього 29,6 %.

Тенденція до зростання маси партій зерна, які доставляються на підприємства, простежується дуже чітко. В той самий час, як показали дослідження, 90 % автомобілів потребують для розвантаження автомобілерозвантажувач, довжина платформи якого дозволяла б його встановити.

Основні технічні характеристики автомобілерозвантажувачів, експлуатованих на зернових терміналах, портових та інших елеваторах і ХПП, наведено в табл. 3.

Аналіз типів використовуваних для розвантаження зерна автомобілерозвантажувачів показує, що перші чотири з них мають велику і бокову платформи, тому найчастіше без зміни заводської системи кріплення автомобілів технологія вивантаження зерна на них включає такі етапи: в'їзд автомобіля на велику платформу, вихід водія з кабіни, закріплення автомобіля на платформі, відкриття борту автомобіля, підйом платформи автомобілерозвантажувача і висипання зерна, зачищення — кузова, опускання платформи, закриття борту автомобіля, з'їжджання автомобіля з платформи, розчеплення автомобіля і причепа, установка причепа на платформу, підйом платформи і вивантаження зерна з причепа з подальшою його зачисткою, опускання платформи, зчеплення автомобіля і причепа, з'їжджання їх з платформи, робота оператора з прибирання розсипів зерна. У такій технології вивантаження зерна велика частина часу йде на допоміжні операції. Модернізація заводської системи кріплення автомобілів дозволяє скоротити її на

2-3 етапи, що не вирішує проблеми в цілому, оскільки тенденція збільшення маси партій зерна, що доставляються, показує, що вже скоро гідросистема цих розвантажувачів працюватиме на межі або з перевищенням маси, що регламентується.

Таблиця 3 – Основні технічні характеристики автомобілерозвантажувачів

Технічні характеристики	Марки автомобілерозвантажувачів					
	ГУАР-30	У15-УРВС	У15-УРА-У	РАГ-65	У-АРГ-19	АВС-50 М
Вантажопідйомність, не більше, т	30 (модерн.)	47	55	55	60	30
у тому числі на платформі:						
– великій	–	32	35	35		
– боковій	–	15	20	20		
Габаритні розміри платформи, мм:						
– довжина	16700	18800	22400	21100	19000	14000
– ширина	5100	31100	3500	3500		3000
Маса, кг	9170	9960	–	–	15700	9300
Максимальний кут підняття платформи, град.	38	38	37	37	38	38
Потужність електродвигуна, кВт	22	22	22	22	22	10

У ЗАТ “Укрелеваторпром” експлуатувалася лінія приймання зерна з автотранспорту, що включає два автомобілерозвантажувача РАГ-65 з приймальними бункерами місткістю 10 т під кожним і конвеєром, що прибирає зерно з них на норію, продуктивністю 350 т/год.

Її експлуатація не дозволяла забезпечити оптимальну продуктивність роботи транспортувального устаткування через описану вище технологію вивантаження зерна. Модернізація лінії шляхом зміни кріплення автомобілів, об'єднання двох приймальних бункерів в один, організація вивантаження зерна з двох автомобілів одночасно з невеликим зміщенням у часі дозволили значно збільшити продуктивність транспортувального устаткування при вивантаженні КамАЗів з причепами і отримати максимально можливу фактичну продуктивність устаткування вивантаження самоскидів з причепами.

Автомобілерозвантажувач нового покоління У15-АРГ-19 дозволяє проводити вивантаження партій зерна сумарної маси 60 т з кузова і причепа автомобіля без їх розчеплення через задні борти. Така технологія значно скорочує число допоміжних операцій і час, що витрачається на них, і майже удвічі зменшує час вивантаження зерна з кузова і причепа, оскільки воно протікає одночасно.

Якщо проаналізувати досвід роботи Росії і держав далекого зарубіжжя, то структура автотранспорту, що доставляє зерно на елеватори Росії, ще в 2000 році включала 51,5 % самоскидів, 28,3 % бортових автомобілів з причепами і без них, 65 % сідельних тягачів і 13,7 % автомобілів із саморозвантажними кузовами, тобто 65,2 % автотранспорту, що доставляє там зерно, не вимагає наявності на підприємстві автомобілерозвантажувача і забезпечує максимальну продуктивність транспортних механізмів [1].

У більшості країн далекого зарубіжжя, що є експортерами зерна, для його перевезень використовують самоскиди з причепами і без них, а також автомобілі-зерновози із саморозвантажним кузовом місткістю 35 т і більше. Технологія вивантаження зерна з останніх близька до технології вивантаження вагонів-зерновозів і здійснюється в універсальних приймальних пристроях подовжного типу.

Це позбавляє підприємства від необхідності придбання дорогих автомобілерозвантажувачів, дозволяє ефективніше використовувати як приймальний пристрій, так і основне транспортувальне устаткування елеваторів і терміналів.

В умовах економічної кризи Міністерству аграрної політики і великим елеваторним компаніям слід уважно вивчити цей досвід і використовувати під час будівництва нових і реконструкції діючих підприємств.

Література

1. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов. Монография. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. – 370 с.

УДК 664.724.012 : 631.563.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ШАРІВ ЗЕРНОВОГО НАСИПУ В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ ВЕЛИКОЇ ЄМНОСТІ

Станкевич Г.М., д.т.н., професор, Будюк Л.Ф., к.т.н., доцент, Шпак В.М., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

У роботі наведено результати проведених у виробничих умовах досліджень з формування шарів зернового насипу у металевих силосах великої ємності з партій зерна, що надходять вагонами, а також якості і температури зерна у них.

The results of carried out in the industrial conditions research of forming of grain fill lauers in metallic silos of large volume concerning grain cargoes which are delivered in freight cars, as well as quality and temperature of grain in them, have been given in the paper.

Ключові слова: зерновий термінал, металевий силос, шари зернового насипу, засміченість, вологість, температура.

За період існування України як самостійної держави в її елеваторно-складській мережі відбулися корінні зміни. Із понад 700 державних елеваторів залишилося менше 100. Вони призначені для зберігання держрезервів зерна. Останні були акціоновані або продані приватним компаніям.

У регіонах, які виробляють зерно, з'явилися фермери, яким необхідні сховища для зерна. А в південних портах України побудовано велику кількість зернових терміналів, які успішно експортують зерно за кордон.

Здійснюється будівництво елеваторів при олієекстракційних заводах, що експортують за кордон готову продукцію.

На більшій частині зернових терміналів для тимчасового зберігання зерна зведені металеві силоси великої місткості зарубіжних фірм-виробників з плоскими днищами, обладнані системами дистанційного контролю температури зерна, а частина з них і системами його аерації.

Терміни і витрати на зведення таких силосів менші, ніж залізобетонних. Можлива повна механізація завантаження і вивантаження зерна з них, контроль температури, а, в разі потреби, його активне вентильовання.

Проте металеві стіни і дах силосів у денний час влітку нагріваються до температури 70°. При зберіганні зерна в них виникає різниця температур зернових шарів біля стін, даху і в центрі силосу, при цьому взимку і влітку градієнт температур змінюється. Температурний градієнт обумовлює й переміщення вологи в зерновому насипі у напрямі його руху, який може викликати виникнення осередків підвищеної вологості, привести до псування зерна.

Крім того, під дією денної температури стіни розширюються, а нічної — стискаються і зернова маса в них ущільнюється.

Закриття заводів, що виготовляють комплектаційні складники для зведення силосів, і поява попиту на металеві привела до того, що багато вітчизняних виробників устаткування для елеваторів і хлібоприймальних підприємств почали проектувати металеві силоси з конічним і плоским днищами широкого спектру місткостей і розмірів, а також проводити їх монтаж і обладнання за бажанням замовника.

В Україні відсутні нормативні документи, що регламентують розміщення партій зерна в металевих силосах, контроль їх якості і тривалість безпечного зберігання.

Для обґрунтування режимів зберігання зерна, його активного вентильовання, розміщення термодатчиків і датчиків вимірювання температури в металевих силосах, крім даних про вологість, засміченість, натуру зерна, необхідно знати, як партії з цими параметрами розподілені в його обсязі.

Метою цієї роботи було дослідження у виробничих умовах формування шарів зернового насипу в металевих силосах з партій зерна, що надходять вагонами на ЗАТ "Укрелеваторпром".

Приймальні пристрої із залізничного транспорту на підприємстві подовжнього типу дозволяють одночасно вивантажувати подачу з 8 вагонів.

У табл. 1 наведено показники якості зерна пшениці VI класу, що направляється з вагонів у силос № 9 на зберігання, отримані в лабораторії терміналу після аналізу її зразків, відібраних від кожного з них.

Всього в силос за 19 діб завантажено 91 вагон пшениці VI класу загальною масою 5929 тонн.

Шари зернового насипу формують за вологістю партій. Якщо вона в поряд лежачих партіях має близькі значення (які входять в один діапазон: сухе, середньої сухості, вологе і сире), то вони об'єднуються в

один шар. Максимальне число шарів у силосі не може бути більшим від числа завантажених у нього вагонів. А мінімальне — залежить від числа інтервалів, на які можна розбити зернову масу за вологістю.

Тимчасова інструкція для зберігання зерна в металевих силосах [1] рекомендує розміщувати в них тільки сухе чисте зерно, оскільки зміна його вологості всього на 1 % (з 13 до 14°) зменшує терміни зберігання окремих культур удвічі.

Аналіз якісних показників партій зерна в силосі № 9 свідчить про те, що в ньому сформований один однорідний за якістю шар зерна вказаної вище маси. Середня вологість у ньому становить 13,1 %, мінімальна — 12,4 %, а максимальна — 13,6 %. Пшениця в ньому суха, чиста.

Особливістю є те, що формування шару розпочато у вересні, коли температура зовнішнього повітря в денний час мала більш високі значення, а закінчено в листопаді — за зовсім інших погодних умов.

Таблиця 1 – Показники якості пшениці 6 класу, яка приходила у силос № 9 з період 29.09.06 р. до 03.11.06 р.

Дата	Вага, кг	Середня вологість, %	Середня засміченість, %	Середня нату-ра, т/м ³	Число вагонів, штук
29.09.06	137850	13,1	1,4	773	0,7
30.09.06	348700	13,2	1,3	771	1,8
01.10.06	1479400	13,0	1,1	773	7,6
02.10.06	585600	12,9	1,2	774	3,0
03.10.06	775050	13,4	1,4	779	4,0
04.10.06	64000	13,6	1,5	786	0,3
05.10.06	398850	12,9	1,5	776	2,1
08.10.06	67750	13,3	1,5	767	0,3
09.10.06	64350	13,5	1,5	768	0,3
10.10.06	64650	13,2	1,2	769	0,3
13.10.06	131100	13,2	1,2	770	0,7
16.10.06	133350	13,3	1,2	769	0,7
23.10.06	69800	13,1	1,0	768	0,4
24.10.06	692050	12,4	1,3	776	3,6
25.10.06	62900	12,9	1,1	775	0,2
30.10.06	190750	12,4	1,2	778	0,7
01.11.06	64500	13,2	1,5	772	0,2
02.11.06	463250	13,2	1,3	782	1,7
03.11.06	195500	12,8	1,7	781	0,7

Тому становило інтерес дослідження температурного поля зернової маси силосу і змінення мінімальної, максимальної і середньої температури зерна в ньому в процесі його зберігання.

Силос обладнаний системою дистанційного контролю температури, що включає 11 термopідвісок, у кожній з яких знаходиться 12 термодатчиків. Вісім з них розташовуються по колу, віддаленому від стін на 3,8 м через кожні 4,1 м, а 3-й по колу розташований на відстані 1,8 м від центру силосу через 3,2 м.

Нижні датчики вимірювання температури зерна на центральних термopідвісках розташовані на висоті 2,5 м від підлоги, а на периферійних — на висоті 1,5 м. Далі відстань між датчиками вимірювання температури в термopідвісках однакова і становить 3 м.

У табл. 2 наведено чисельні значення температури зерна в обсязі досліджуваного силосу.

Як впливає з даних, наведених у табл. 2, на 5 добу зберігання прийнятого з вагонів однорідного за вологістю зерна його температурне поле в силосі дуже неоднорідне.

Її мінімальне значення $t_{\min} = 9,2^\circ$ зафіксовано у нижній частині силосу в периферійних його шарах, а максимальне — $t_{\max} = 23,2^\circ$ — в середній частині силосу теж у периферійних шарах. Середнє значення температури в силосі склало $t_{cp} = 16,2^\circ$. Графік змінення температури пшениці VI класу під час її зберігання в силосі № 9 подано на рис. 1.

Отримані залежності свідчать про те, що при значному зниженні температури зовнішнього повітря в денний і вечірній час, починаючи з 10 листопада, максимальна температура в середній периферійній частині силосу трохи зменшується, а потім починає зростати, так само як і середня по силосу, і лише мінімальна температура в периферійному шарі в нижній частині силосу показує тенденцію до зниження.

Таблиця 2 – Температура в силосі 9 станом на 08.11.2006 (08 год. 22 хв.)

Номер датчика	Номер термopідвіски										
	8	7	6	5	2	1	3	4	11	10	9
12	15,0	14,7	14,6	14,9	10,2	10,7	10,0	14,7	14,5	14,4	14,4
11	16,6	16,4	17,3	16,6	15,0	15,4	15,8	16,9	16,5		16,1
10	16,4	16,6	17,6	18,0	17,7	16,8	15,7	17,5	17,5	17,3	16,6
9	15,8	16,3	18,5	19,6	17,8	17,3	16,5	19,8	17,7	16,5	15,4
8	19,9	20,9	18,9	19,1	20,8	19,7	17,5	17,8	18,2	20,8	21,5
7	21,0	23,2	19,5	19,3	19,3	20,9	22,6	17,5	18,4		20,2
6	17,0	17,3	17,4	18,0	18,3	20,7	20,6	16,9	16,1		16,7
5	13,5	14,3	14,0	15,4	19,9	21,2	20,4	14,6	12,7	16,5	13,0
4	11,5	11,5	11,2	12,4	20,0	18,6	16,7	11,5	10,6		10,4
3	10,1	9,8	10,3	11,0	20,5	13,7	12,1	9,7	9,8		9,4
2	9,5	9,3	9,8	9,9	19,3	11,4	10,6	9,5	9,3		9,3
1	9,3	9,5	9,8	9,8	19,8	19,8	10,9	9,6	9,7		9,2

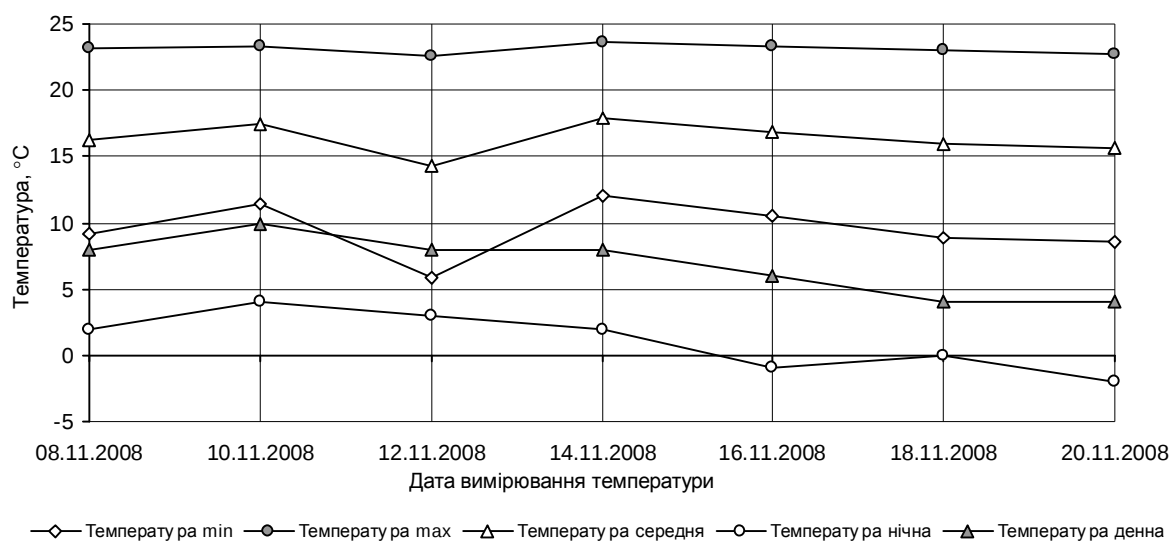


Рис. 1 – Графік змінення температури пшениці VI класу при зберіганні у силосі № 9

Такі дані свідчать про те, що розташування термopідвісок дозволяє контролювати температуру зерна тільки в обсязі силосу. У прилеглих до стін і даху шарах зерна, на які мають вплив нагріті (або охолоджені) зовнішнім повітрям стіни, вона не фіксується.

Це, у разі створення несприятливих для його зберігання умов, може призводити до псування зерна біля стін та під дахом силосу.

Література

1. Временная инструкция по хранению зерна в металлических зернохранилищах. – № 9-4-79. – М.: Минзг СССР, 1979.

ВПЛИВ ПІДСУШУВАННЯ ПРОДУКТІВ РОЗМЕЛУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Шаповаленко О.І. д-р техн. наук, професор, Ільчук В.Б. канд. техн. наук,
Харченко Є.І., аспірант, Шаран А.В. канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Стаття присвячена вивченню проблем усушки продуктів розмелу та готової продукції при розмелюванні зерна в борошно з використанням повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок. Встановлено зв'язок відносної вологості повітря з якісними показниками готової продукції на основі знятих балансів борошна двох млинзаводів. Досліджено вологість потоків борошна різних систем технологічного процесу розмелу зерна при різній відносній вологості повітря.

The articles is devoted to studying of problems of shrinkage of milling products and finished products at milled grains in a flour. It is established communication of relative humidity of air with quantity indicators of finished products on the basis of the removed balances of a flour of two flourmills. It is investigated humidity of streams of a flour of different systems of technological process milling of grain at different relative humidity of air.

Ключові слова: відносна вологість повітря, проміжні продукти розмелу, зольність готової продукції

У виробничих приміщеннях борошномельних заводів проходить безперервна взаємодія між повітрям, зерном і продуктами його переробки. Використання пневматичного транспортування, особливо у літні місяці, сприяє значному підсушуванню зерна і продуктів розмелу [1].

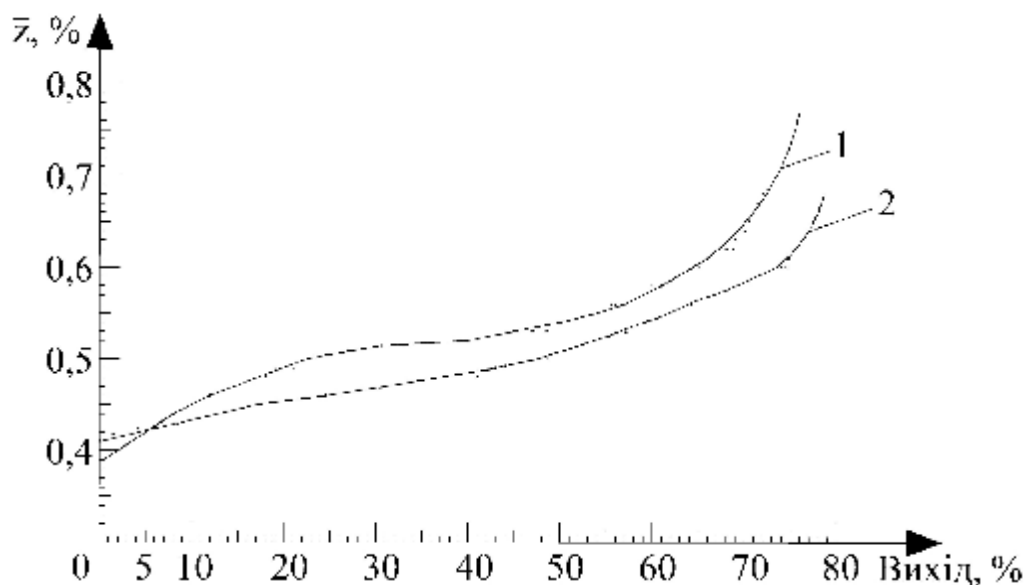
Дулаєв В.Г. [2] досліджуючи кінетику вилучення борошна та висівок на Раменському борошномельному заводі, встановив, що при розвинутому процесі розмелу зерна, який складається з 12-ти розмелювальних систем, тривалість обробки продуктів розмелу складає 1941 с або 32,3 хв, тобто взаємодія повітря і продуктів розмелу триває на протязі цього часу.

Нашими дослідженнями, проведеними на млинзаводі продуктивністю 250 т/добу встановлено, що при такій тривалості обробки проміжних продуктів розмелу відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях розмелювального відділення суттєво впливає на кількісно-якісні показники готової продукції. На основі фактичного балансу борошна побудовані кумулятивні криві при різних значеннях відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях (рис. 1). Встановлено, чим нижче відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях, тим більше відбувається підсушування продуктів розмелу. Дослідження проведені у перехідну пору року за температури атмосферного повітря +8°C та його відносної вологості 65 %. При дослідженнях переробляли зерно із наступними показниками якості: вологість зерна на загальну масу перед I драною системою – 16,2 %; зольність зерна – 1,62 %; натура – 795 г/л; скловидність – 40 %; смітна домішка – 0,09 %; зернова домішка – 3,45 %; дрібне зерно – 0,60 %. Кумулятивні криві будували за методикою наведеної у підручнику [3].

З рис. 1 (крива 1) видно, що зменшення відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях до 40 % призводить до збільшення середньозваженої зольності (z) проміжних продуктів розмелу і борошна, а це в свою чергу, також до зменшення виходу готової продукції у кількості до 3 % в залежності від ступеня підсушування проміжних продуктів розмелу та ряду інших чинників. Збільшення відносної вологості повітря до 65 % призвело до збільшення виходу готової продукції і зменшенню середньозваженої зольності борошна рис.1 (крива 2).

Проведені нами дослідження у виробничих умовах на млинзаводі продуктивністю 500 т/добу (секція Б) при використанні повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок також підтвердили вплив відносної вологості повітря на вологість продуктів розмелу і борошна. Дослідження були проведені при 100 %-му поверненні повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок у виробничі приміщення. Дані досліджень наведено на рис. 2. Зміни середньозваженої зольності готової продукції при різних значеннях відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях відбувається за рахунок підсушування проміжних продуктів розмелу і готової продукції при пневмотранспортуванні, в якому повітря є транспортуючим елементом і відсмоктується з виробничих приміщень. Підсушені оболонкові продукти та зростки при зниженій відносній вологості повітря втрачають свою пластичність і більш інтенсивно подрібнюються при розмелюванні на вальцових верстатах. Зменшення виходу борошна пояснюється тим, що волога яка знаходилась у зерні перед першою драною системою при проходженні через комунікації та розмелювальне обладнання і взаємодіючи із сухим повітрям випаровується з про-

дуктів розмелу та видаляється в атмосферу разом із відпрацьованим повітрям через аспіраційні та пневмотранспортні установки.



1 – кумулятивна крива зольності борошна при відносній вологості повітря 40 %;
2 – кумулятивна крива зольності борошна при відносній вологості повітря 65 %.

Рис. 1 – Кумулятивні криві зольності борошна при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях млинзаводу

Аналіз показників вологості потоків борошна типового млинзаводу продуктивністю 500 т/добу при поверненні у виробничі приміщення повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок показав, що при відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях 70 % середні показники вологості готової продукції по системам більші ніж при відносній вологості повітря 50...55 % (рис. 3). При дослідженнях переробляли зерно із наступними показниками якості: вологість зерна перед I др.с. – 16,4%; натура – 767 г/л; скловидність – 40 %; смітна домішка – 0; зернова домішка – 5,28 %.

Аналіз даних, які наведено на рис. 2 і 3 показав, що найменша зольність готової продукції характерна для тих систем розмелювального процесу, на яких вологість продуктів розмелу і борошна вища.

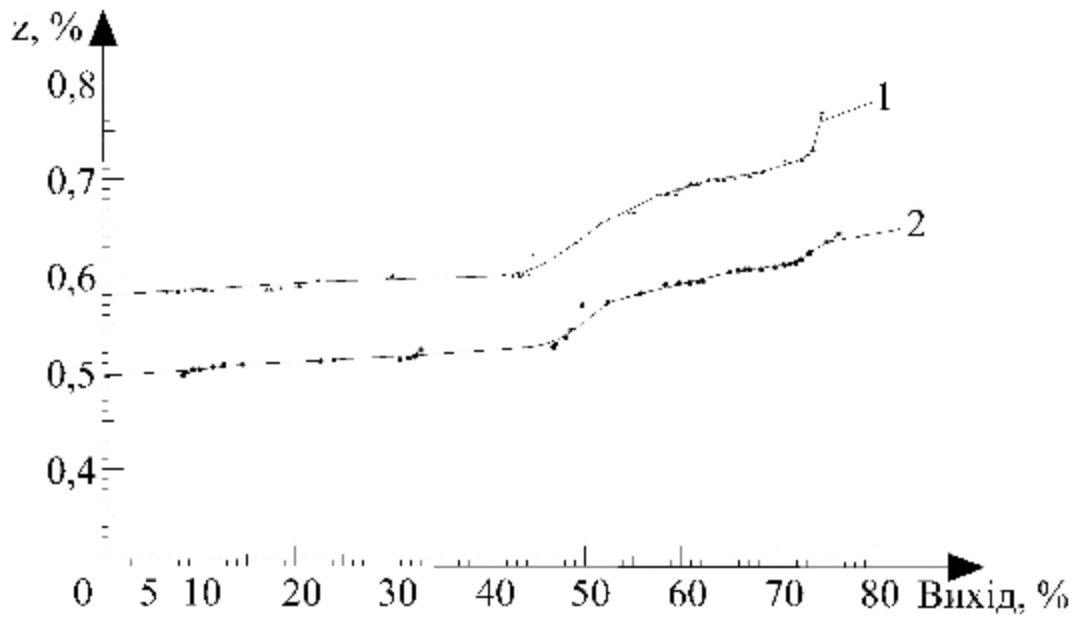
Таким чином, нами встановлено, що для збільшення виходу борошна та покращення його якісних показників необхідно підтримувати відносну вологість повітря на рівні 65...75 %, що співпадає з літературними даними [4]. Також нами встановлено, що підтримання високої відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях призводить до збільшення вологості проміжних продуктів розмелу та борошна і, разом з тим, до збільшення виходу борошна.

Висновки

Результати досліджень показали, що відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях розмелювального відділення млинзаводів впливає на показники якості готової продукції. Показники якості готової продукції покращуються, якщо у виробничих приміщеннях млинзаводу відносна вологість знаходиться у межах 65...75 %.

Література

2. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.
3. Дулаев В.Г. Оптимальные системы технологических процессов и машин мукомольного производства: Монография. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2003. – 378 с.
4. Егоров Г.А., Петренко Т.П. Технология муки и крупы: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 270100 «Технология хранения и переработки зерна». – М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. – 336 с.
5. Егоров Г.А. Технология муки. Практический курс. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 143 с.



- 1 – кумулятивна крива зольності борошна при відносній вологості повітря 50...55 % без використання повітряних потоків;
 2 – кумулятивна крива зольності борошна при відносній вологості повітря 70 % з використанням повітряних потоків.

Рис. 2 – Кумулятивні криві зольності борошна при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях млин заводу

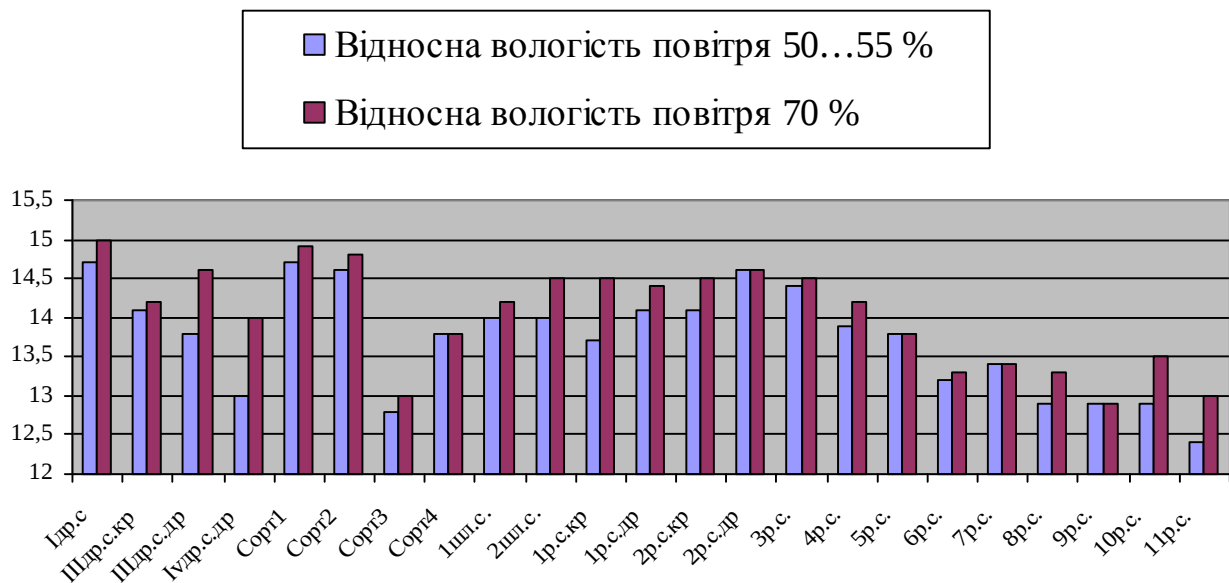


Рис. 3 – Зміна вологості борошна по системах технологічного процесу при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу продуктивністю 500 т/добу з використанням повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних систем

УДК 633.15:631.36

НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

Кирпа М.Я., доктор с.-г. наук
Інститут зернового господарства УААН, м. Дніпропетровськ

Проведений аналіз прийомів енергозбереження на стадіях вирощування, збирання і обробки зерна, визначені їх перспективи.

Ключові слова: зерно, вирощування, збирання, обробка і зберігання, енерговитрати.

Проблема раціонального споживання енергоресурсів має виключно важливе значення у національному зерновиробництві. Встановлено, що у вартості зерна на долю прямих енергоматеріалів припадає до 30-60% залежно від культури та технології її виробництва.

Оцінка експертів, у тому числі зарубіжних, свідчать про необґрунтовану витрату енергії, яка у вітчизняних агротехнологіях в 1,5-2 рази перевищує науково-обґрунтовані норми [1-3]. Аналіз показує, що надмірні витрати складаються на різних ланках зерновиробництва – від вирощування до зберігання врожаю (табл. 1).

Таблиця 1 – Споживання енергії на технологічних операціях вирощування і первинної обробки вологого зерна

Технологічна операція	Питома витрата енергії, %		
	всього	в тому числі	
		паливо	електроенергія
Вирощування (обробіток ґрунту, підготовка насіння, догляд за посівами)	40	90	10
Збирання	16	100	-
Первинна післязбиральна обробка	35	65	35
в тому числі - сушіння	70	85	15
- очищення	30	-	100
Зберігання	5	5	95
Транспортування	4	85	15

Енерговитрати різко зростають при збиранні і первинній обробці вологого зерна. На первинну обробку (очищення, сушіння, транспортування, зберігання) витрачається до 44% енергії в загальній структурі енерговитрат. При обробці пізньостиглих культур (кукурудза, соняшник) витрати енергії ще вищі.

Витрати також змінюються залежно від системи обробки і матеріально-технічної бази на хлібоприймальних підприємствах, елеваторах, в господарствах, які мають різний набір обладнання та застосовують різні технологічні регламенти.

Як вже відмічалось, енергоспоживання в технологіях первинної обробки в найбільшій мірі пов'язане із збиральною вологістю зерна. Тому обов'язковим напрямком у програмі енергозбереження є комплекс агротехнічних прийомів, спрямованих на зниження збиральної вологості. До них слід віднести:

- розміщення сільськогосподарських культур з врахуванням гідротермічного коефіцієнта дозрівання їх врожаю та агрокліматичних умов зони;
- вирощування гібридів і сортів із низькою збиральною вологістю;
- перехід на генетичні форми з швидким висиханням зерна;
- сівба в допустимо ранні строки.

За рахунок цих агротехнічних прийомів слід очікувати зниження збиральної вологості на 5-8 % і більше.

Наступним напрямком енергозбереження є комплекс технологічних прийомів, спрямованих на скорочення витрат енергоресурсів (палива, електроенергії) на стадіях обробки і зберігання врожаю зерна. До них слід віднести:

- удосконалення способів і методів сушіння, освоєння методів, що частково або повністю виключають тепловий нагрів і тепло-вогловіддачу зерна, або ж його прискорюють;
- інтенсифікація термічного сушіння на основі уточнення межі теплотенатурації залежно від сортових і генетичних особливостей культури;

- заміщення швидкого термічного сушіння іншими прийомами (вентилювання в режимі підсушування та охолодження), або їх технологічне співвідношення;
- модернізація зерносушильних агрегатів.

За рахунок цих техніко-технологічних прийомів споживання енергоматеріалів може зменшитись на 15-80%. Особливою умовою реалізації цих прийомів є повне збереження якості продукту залежно від його стану і призначення.

В структурі енерговитрат процесів первинної обробки вологого зерна найбільш витратним є термічне сушіння. На його долю припадає не менше ніж 70% енерговитрат, при цьому паливо займає 85%, електроенергія – 15%. Для скорочення об'ємів термічного сушіння слід розширити застосування таких прийомів: вентилявання у режимі сушіння або ж охолодження, суміщення сушіння і вентилявання, консервування за допомогою хімічних речовин і природних біохімічних процесів (табл. 2). У повному обсязі сушіння має зберігатись лише для обробки насінневого зерна а також врожаю пізньостиглих культур.

Таблиця 2 – Характеристика енерговитрат на стадіях первинної обробки вологого зерна

Стадії обробки	Кінцевий продукт	Енерговитрати (порівняно із сушінням), %
Термічне сушіння	Сухе зерно, насіння	100
Вентилювання в режимі сушіння	Сухе зерно, насіння	40-60
Вентилювання в режимі охолодження	Зерно продовольче та кормове	30-40
Комбінована обробка (сушіння з вентиляванням)	Сухе зерно, насіння	80-85
Консервування	Вологе зерно кормове	15-30

Способи первинної обробки і об'єми сушіння зерна можуть мати такий розвиток залежно від призначення та збиральної вологості.

Термічне сушіння. Є необхідним в процесі збирання та обробки зерна з підвищеною вологістю, в першу чергу насінневого та пізньостиглих культур. Для зменшення енерговитрат ефективними є такі відомі техніко-технологічні прийоми як попередній підігрів зерна, поєднання періодів сушіння і охолодження, повторне використання теплоносія. У перспективі слід розширити застосування методів сушіння з виключенням або скороченням теплового нагріву зерна.

Вентилювання в режимі сушіння. Є ефективним для сушіння зерна з підвищеною вологістю, в першу чергу культур з низькою термостійкістю. Вологість зерна більшості культур не повинна перевищувати 18-22%, для пізньостиглих – 24-26%. Розширення об'ємів цього способу слід очікувати безпосередньо в господарствах, що обробляють зерно на своїй матеріально-технічній базі.

Вентилювання в режимі охолодження. Найбільшу практичну доцільність спосіб має в системі заготівлі з метою підвищення стійкості зерна, призначеного для зберігання. У сучасній практиці охолодження проводять за допомогою активного вентилявання атмосферним холодним повітрям. У перспективі об'єми охолодження зерна мають розширюватись за рахунок штучного зниження температури, а також тих партій що мають підвищену вологість.

Комбінована обробка. Включає швидке температурне сушіння, поєднане з повільним підсушуванням на заключних стадіях. Найбільшу перспективу має при обробці зерна, зібраного з високою вологістю та при низькій термостійкості, схильного до механічних пошкоджень. До таких об'єктів в першу чергу належать такі культури як рис, кукурудза, бобові.

Консервування. Служить у якості способу обробки кормового зерна, що значно скорочує об'єми термічного сушіння. Консервування досягається за рахунок герметизації вологої зернової маси, розвитку в ній природних біохімічних процесів, які призводять до появи консервантів – діоксиду вуглицю, спиртів, кислот.

Найбільші енерговитрати, що концентруються на стадії первинної обробки вологого зерна, пов'язані із виробництвом кукурудзи. Виходячи із призначення кукурудзи та її збиральної вологості, нами розроблена базова енергоощадна технологія, яка скорочує витрати енергоресурсів та зберігає якість зерна (табл. 3).

Перспективним напрямком енергозбереження є також освоєння альтернативних енергоджерел. Насамперед до них слід віднести такі матеріали, як біопаливо (біоетанол, біодізель), органічні рослинні продукти і рештки (табл. 4).

Аналіз показує, що використання біопалива пов'язано з рядом супутних проблем, пов'язаних із його виробництвом, утилізацією відходів, акцизами, вибором сировини тощо. Необхідне об'єктивне порів-

няння цих чинників для визначення економічної і технологічної доцільності біопалива на фоні традиційних енергоматеріалів.

Таблиця 3 – Базова енергоощадна технологія обробки і зберігання зерна кукурудзи

Призначення зерна	Категорія вологості зерна	Основні операції технології
1. Зерно кормове: – виробництво комбікормів – згодовування	Сухе, 15-16 % Вологе, 40-45 %	Сушіння Консервування
2. Зерно технічне: – на переробку – виробництво етанолу	Сухе, 14-15 % Вологе, 30-35 %	Сушіння, очищення, вентилявання Консервування, охолодження
3. Зерно продовольче:	Сухе, 14-15 %	Сушіння, очищення, вентилявання, охолодження
4. Зерно насіннєве	Сухе, 12-13 %	Сушіння, очищення, сортування, калібрування, хімічна обробка, пакування

Таблиця 4 – Характеристика теплоутворення та витрат різних енергоматеріалів в процесі сушіння зерна (вологість зерна до сушіння 20%)

Енергоматеріал	Одиниця виміру	Теплоутворення, МДж на одиницю	Витрата енергоматеріала на 1 т зерна, одиниць	
			пшениця продовольча	кукурудза кормова
Паливо звичайне:				
– тверде (вугілля)	кг	28,6	12,5	19,2
– рідке (дизельне)	кг	42,6	8,4	12,9
– газоподібне	м ³	23,6-42,9	10,0	15,4
Рослинний матеріал:				
– стрижні кукурудзи	кг	13,7	26,1	40,0
– солома	кг	15,8	22,6	34,7
– дрова	кг	12,3	29,1	44,5
– брикети паливні	кг	18,4	19,4	29,8

Використання органіки, як джерела теплової енергії, має більш практичний досяжний характер. Проте слід враховувати його особливості – теплоенергетичну потужність, питому витрату, технологічність, вартість. Виходячи з теплоспроможної здібності різних органічних матеріалів встановлено, що витрата такого палива на сушіння повинна бути в 2-3 рази більшою порівняно, наприклад, з газоподібним. Також органічне паливо створює нестабільний температурний режим, тому його необхідно спеціально готувати, або ж застосовувати у калориферних теплосистемах.

Таким чином, слід виділити три напрямки енергозбереження у технологіях виробництва і збереження врожаю зерна. Перший пов'язаний з біологічним енергозбереженням, його метою є зниження збиральної вологості зерна. Другий відноситься до удосконалення або ж принципово нових методів первинної обробки і сушіння вологого зерна. Третій – це випробування і освоєння нових альтернативних джерел теплової енергії. Другий і третій напрямки мають реалізовуватись тільки за умови врахування і повного збереження якості зерна або ж продуктів з нього.

Література

1. Шеманьов В.І., Кирпа М.Я. Сучасні норми і технології зберігання і обробки зерна в Україні // Вісник Дніпропетровського державного університету. – 2006. – № 2. – С. 11-18.
2. Кирпа М.Я. Оберіть собі найбільш ощадну технологію первинної обробки вологого зерна // Зерно і хліб. – 2006. – № 3 (43). – С. 26-27.
3. Кирпа Н.Я. Тепловые технологии и перспективы энергосбережения в зерновом хозяйстве Украины // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) - СЭТТ-2008. Труды конференции. – М., 2008. – Том 1. – С. 381-387.

РОЗДІЛ 2

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ
НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ
І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

ЯКІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Дробот В.І., д-р техн. наук, професор, Тесля О.Д., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

У матеріалах статті наведені результати досліджень якості хлібопекарських дріжджів різних торгових марок і технологічна ефективність за різних способів приготування тіста.

In paper presents researching quality of the bread yeasts of different trademarks, their technological effectiveness of different means of make dough.

Ключові слова: дріжджі, мікробіологія, технологічні характеристики, дозрівання тіста, якість хліба.

На цей час ринок України заповнений пресованими дріжджами різних торгових марок (ТМ), виготовленими за ТУ У виробників, штами дріжджів не розголошуються.

Виробничники відмічають, що сучасні дріжджі забезпечують розпушеність тіста, але кислотонакопичення в ньому дуже слабке. Немає відомостей, які дріжджі доцільніше використовувати за різних способів приготування тіста.

В умовах поширеного впровадження прискорених способів приготування тіста постає питання щодо вибору ТМ дріжджів, ефективних для цього способу. Це й спонукало до проведення досліджень мікробіологічних і технологічних характеристик пресованих дріжджів різних виробників.

Основними виробниками пресованих дріжджів є спеціалізовані підприємства, які постачають на ринок України дріжджі за торговими марками (ТМ) «Львівські», «Ефект+15», «Екстра» (ЗАТ «Ензим», Львів), «Криворізькі дріжджі» (ЗАТ «Наdejда»), «Преміум» (Харків), «Столичні плюс» (Обухів), «Південні» (Одеса).

Нами проведені дослідження для визначення мікробіологічної оцінки і біотехнологічних властивостей дріжджів вищезазначених товарних марок. Дріжджі аналізували на 12-13 добу після виробництва. За ТУ термін зберігання дріжджів ЗАТ «Ензим» – 30 діб, «Столичні плюс» – 15 діб, решти – 24 доби.

Під час мікроскопування препарату, приготовленого із водної суспензії дріжджів, встановлено, що за морфологічними ознаками клітини дріжджів всіх ТМ однорідні, сферичної чи овальної форми. Вміст дрібних клітин у загальній кількості дріжджів різних ТМ не перевищував 15-20 %, таких, що брунькуються, – 5-10 %. Кількість мертвих клітин становила (2-6) %, окрім ТМ «Південні» (17 %) і «Столичні плюс» (26 %). Сторонню мікрофлору (дріжджі роду *Candida*) містили лише «Криворізькі дріжджі»; гнилісних і слизоутворюючих бактерій у досліджуваних дріжджах не виявлено.

Визначали також якість дріжджів за вмістом масової частки вологи, кислотністю, вмістом глютаміну і трегалози (табл.). Встановлено, що масова частка вологи у досліджуваних дріжджах – (67-71) %, що є передумовою хорошої стійкості. Дріжджі всіх ТМ на 12-13 добу зберігання мали титровану кислотність (120-153) мг оцтової кислоти на 100 г дріжджів, що значно нижче передбаченої ГОСТ 171-81 (300 мг оцтової кислоти на 100 г). Це свідчить про їх мікробіологічну чистоту.

Таблиця 1 – Характеристика пресованих дріжджів

Торгова марка	Масова частка вологи, %	Кислотність, мг оцтової кислоти на 100 г	Вміст глютаміну, мкг/100	Вміст трегалози, % на сухі речовини	Активність, хв	
					зимазна	мальтазна
«Львівські»	70 ±1,2	128 ±21	13,0 ±2,6	15,2 ±0,7	33 ±5	43 ±2
«Екстра»	68 ±0,5	124 ±25	9,8 ±2,1	17,1 ±0,5	33 ±2	33 ±2
«Ефект+15»	67,5 ±0,5	119 ±22	7,4 ±2,0	14,7 ±0,5	23 ±4	27 ±3
«Преміум»	70 ±0,7	130 ±19	18,0 ±1,5	12,5 ±0,3	37 ±3	46 ±2
«Криворізькі дріжджі»	69 ±0,4	132 ±11	31,0 ±2,4	11,8 ±0,5	41 ±2	55 ±4
«Столичні плюс»	70 ±0,3	154 ±16	29,8 ±2,6	6,2 ±0,2	38 ±3	44 ±3
«Південні»	69 ±0,8	153 ±21	20,3 ±1,8	13,6 ±0,4	35 ±2	41 ±5

Оскільки глютамін дріжджів у тісті здатний виконувати роль активатора протеолізу клейковинних білків, що позначається на реологічних властивостях тіста, визначали його вміст у дріжджах. Встановлено, що найменшу кількість глютаміну містили дріжджі ЗАТ «Ензим» – (7,4-13,0) мкг/100 г. Велика кіль-

кість глютаціону виявлена у дріжджах ТМ «Криворізькі» й «Столичні плюс» – (31 і 29) мкг/100г, відповідно.

Запасним енергетичним матеріалом у дріжджовій клітині є трегалоза. Було виявлено, що найбільшу її кількість – (14,7-17,1) % на СР – містять дріжджі ЗАТ «Ензим», у решти дріжджів трегалози менше на (20-40) %.

Низький вміст глютаціону, значна кількість трегалози, менше зростання кислотності дріжджів ЗАТ «Ензим» під час зберігання, очевидно, дозволило виробникові задекларувати термін зберігання дріжджів 30 діб, тоді як задекларований термін зберігання дріжджів інших ТМ – 24 доби, ТМ «Столичні плюс» – 15 діб.

Бродильну активність дріжджів визначали за підйомною силою, зимазною і мальтазною активністю та інтенсивністю бродіння тіста. Встановлено, що дріжджі всіх ТМ мали однаково хорошу підйомну силу – (43-52) хв, високу зимазну і мальтазну активність. Серед них кращу підйомну силу мали дріжджі ТМ «Екстра», гіршу на (5-9) хв – дріжджі ТМ «Львівські», «Преміум» і «Столичні плюс».

Найкращу зимазну активність – (23-25) хв – мали дріжджі ТМ «Екстра» «Ефект+15», «Південні».

Можна передбачити, що бродіння тіста на цих дріжджах буде активним зразу після замішування. Це має велике значення у разі прискорених способів приготування тіста.

Визначення мальтазної активності дріжджів показало, що дріжджі різних виробників суттєво різняться за цим показником. Різниця становить до 28 хв. Найкращу мальтазну активність мали дріжджі ТМ «Екстра» «Ефект+15», «Львівські», «Південні» – (27-41) хв. Найнижчу мальтазну активність спостерігали у дріжджів ТМ «Криворізькі дріжджі» – 55 хв.

Це можна пояснити тим, що індукційний період утворення мальтази у різних дріжджів різний і може тривати до (90-120) хв.

Мальтазна активність має особливо важливе значення для опарного і безопарного способів, за яких тривалість приготування тіста становить 220-360 хв.

Традиційно вважається, що хороші дріжджі повинні мати зимазну активність до 70 хв, а мальтазну – до 110 хв.

Виходячи з цього, всі досліджувані дріжджі мають хорошу зимазну і мальтазну активність. Проте інтенсивність бродіння тіста і якість виробів, виготовлених на цих дріжджах, за різних способів приготування тіста може бути різною.

Інтенсивність бродіння тіста, виготовленого на дріжджах різних ТМ, визначали за кількістю CO₂, виділеного за 4 год його бродіння. Найбільшу інтенсивність газоутворення у тісті спостерігали у разі використання дріжджів ТМ «Екстра» «Ефект+15», «Преміум». Пік газоутворення припадав на 90 хв бродіння, у тісті з дріжджами ТМ «Столичні плюс» і «Південні» – на 120 хв, «Криворізькі дріжджі» – на 150 хв від початку бродіння. Очевидно, що у разі використання дріжджів, за яких пік газоутворення настає раніше, оптимізується процес дозрівання тіста, і їх можна рекомендувати для прискорених способів його приготування.

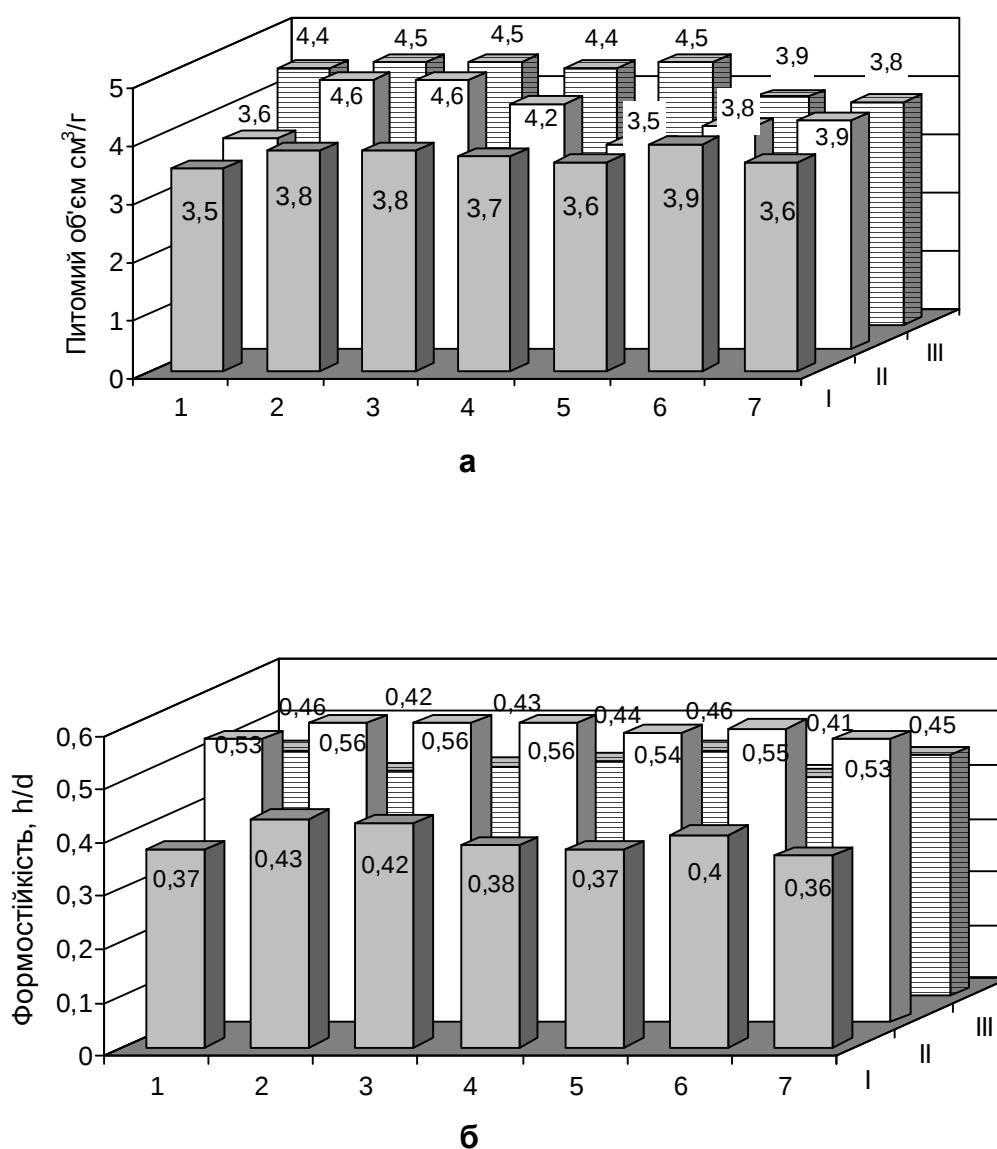
Досліджували вплив дріжджів на технологічний процес і якість виробів за опарного, безопарного і прискореного способів приготування тіста. Тісто готували за рецептурою батонів Сихівських, до рецептури яких входить, % до маси борошна: дріжджі – 1,0, сіль кухонна – 1,3, цукор – 5, маргарин – 3.

У разі приготування тіста опарним способом, дріжджі вносили в кількості 1 кг на 100 кг борошна, опару готували з 50 % борошна. Опара бродила 3,5 год, тісто, замішане на ній, – 60 хв, вистоювання тістових заготовок – до готовності.

Встановлено, що як початкова, так і кінцева кислотність опари практично однакові при використанні всіх досліджуваних дріжджів. Накопичення кислотності за 3,5 год бродіння опари низьке і становить (0,6-0,8) град.

Хороші питомий об'єм і пористість мали вироби з опарного тіста, замішаного на дріжджах ТМ «Львівські», «Екстра», «Ефект+15», «Криворізькі дріжджі». Їх питомий об'єм був більшим на 15-20 %, пористість – на 3 %, ніж виробів з тіста на дріжджах ТМ «Столичні плюс» і «Південні» (рис.). Серед них більш розвинену пористість мали вироби, виготовлені на «Криворізьких дріжджах».

У разі приготування тіста безопарним способом дріжджі дозували в кількості 3 % до маси борошна, тривалість його бродіння становила 170 хв, кислотність за час бродіння у всіх зразках підвищувалася на (0,6-0,8) град, тривалість вистоювання тістових заготовок – 52-55 хв при використанні дріжджів ТМ «Екстра» «Ефект+15», «Преміум» і на 10-13 хв більша при використанні дріжджів ТМ «Львівські», «Столичні плюс», «Південні». За цього способу приготування більший об'єм і пористість мали вироби з тіста, приготовленого на дріжджах ТМ «Екстра», «Ефект+15», «Преміум» і «Столичні плюс», менший – на дріжджах ТМ «Львівські» – на 8 %, «Криворізькі» – на 6 %, «Південні» – на 3 %. Вироби з меншим об'ємом мали нижчу формостійкість.



«Львівські» – 1, «Екстра» – 2, «Ефект+15» – 3, «Преміум» – 4, «Криворізькі» – 5, «Столичні плюс» – 6, «Південні» – 7.

Рис. 1 – Питомий об'єм (а) і формостійкість (б) виробів за безопарного (I), прискореного (II) і опарного (III) способів приготування тіста у разі використання дріжджів торгових марок

Проте, зважаючи на показники якості хліба, одержаного з тіста, приготовленого безопарним способом, можна зробити висновок, що за цього способу всі досліджувані дріжджі забезпечують достатньо хорошу якість хліба. Різниця у величині питомого об'єму становить (3-8) %.

У разі приготування тіста за прискореною технологією, заміс тривав 20 хв у лабораторній тістомісильній машині, дріжджі додавали у кількості 3 % до маси борошна, 3 % борошна від передбаченого рецептурою вносили з КМКЗ. Тісто бродило 60 хв за температури 30 °С.

Встановлено, що в досліджуваних зразках кінцева кислотність тіста була на (0,4-0,6) град. вища, ніж при опарному і безопарному способах його приготування за рахунок кислотності КМКЗ.

Тривалість вистоювання тістових заготовок у всіх зразках, окрім зразка з дріжджами ТМ «Львівські», становила (42-44) хв, тоді як з дріжджами ТМ «Львівські» – 58 хв.

За прискореного способу приготування тіста кращу якість хлібобулочних виробів за об'ємом і пористістю забезпечують дріжджі ТМ «Екстра» і «Ефект+15», на 9,6 % менший об'єм мав хліб, виготовлений на дріжджах ТМ «Преміум». Решта дріжджів забезпечують нижчу якість виробів за цього способу приготування тіста.

Висновок

Порівняно з показниками якості за ГОСТ 171-81 пресовані дріжджі сучасних торгових марок мають вищі показники якості. З досліджуваних дріжджі ТМ «Екстра» і «Ефект+15» мають найменшу масову частку вологи, найвищу зимазну і мальтазну активність, найбільший вміст трегалози і найменший – глютаїону. Ці дріжджі, а також дріжджі ТМ «Преміум», мають кращу бродильну активність, вони особливо активні в перші 2 год бродіння тіста, швидше за інші дріжджі зменшують в'язкість і збільшують питомий об'єм тіста, що свідчить про прискорення його дозрівання.

Дріжджі всіх торгових марок забезпечують якість виробів відповідно до вимог нормативної документації як за опарного, так і безопарного та прискореного способів приготування тіста. Але найкращу якість виробів у разі приготування тіста опарним способом забезпечують дріжджі ТМ «Львівські», «Криворізькі дріжджі», «Столичні плюс»; за безопарного і прискореного способів – ТМ «Екстра», «Ефект+15», «Преміум».

Дріжджі ТМ «Південні» за всіх способів приготування тіста забезпечують нижчу якість виробів, ніж інші дріжджі. Проте їх показники якості відповідають встановленим нормативною документацією.

Література

1. Елецкий И.К. Влияние скорости газообразования дрожжей на расстойку заготовок и качество хлеба // ХХП, 1978, № 11. – С. 15-17.
2. Китиссу П.А., Буртасов С.В., Лукин В.И. Биотехнологические свойства дрожжей для производства хлебобулочных изделий широкого ассортимента // Хлебопечение России, 1999, № 4. – С. 32-34.
3. Щербаков С.С. Выделение дрожжами в процессе брожения глютаїона и его влияние на белки теста: Автореферат дис. канд. техн. наук. – М.: МТИП, 1984. – 30 с.

УДК 664.65:664.685

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ І БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Лісюк Г.М., д-р техн. наук, професор, Олійник С.Г., канд. техн. наук, доцент,
Самохвалова О.В., канд. техн. наук, доцент, Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Запропоновано класифікацію харчових продуктів спеціального призначення. Розглянуто досвід створення хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів спеціального призначення на кафедрі технології хліба, кондитерських і макаронних виробів ХДУХТ. Висвітлено основні наукові досягнення кафедри в цьому напрямку з акцентом на переваги нових технологій.

The classification of special purpose products is offered. The overview of the development of bakery and flour confectionery products for special purposes at the Department of Bread, Confectionary, Pasta and Food Concentrates is presented. The article highlights the major scientific achievements of the Department in this field with the special focus on the advantages of the new technologies.

Ключові слова: хлібобулочні і кондитерські вироби спеціального призначення, класифікація, підвищення харчової цінності.

Забезпечення повноцінного харчування для підтримання здоров'я і звичайної життєвої активності нації є одним з пріоритетних завдань кожної цивілізованої держави. Тенденції останніх десятиріч до погіршення здоров'я населення України, спричинене, здебільшого, погіршенням його харчового статусу й екологічними проблемами, ставлять перед державними діячами, фахівцями у сферах охорони здоров'я та харчової промисловості завдання пошуку шляхів виходу з цієї складної ситуації. Згідно з такими державними документами, як «Концепція Загальнодержавної цільової соціальної програми «Здорова нація» на 2009–2013 рр.» (схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 травня 2008 р. № 731-р) і «Концепція поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення» (затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 р. N 332-р), «Галузева програма розвитку

хлібопекарської галузі на період до 2015 року» (затверджена Наказом Міністерства аграрної політики України N 164 від 20.03.2008) основними завданнями харчової промисловості на шляху оздоровлення населення України є наступні:

сприяння раціональному харчуванню населення України шляхом його інформування про склад та безпеку харчових продуктів, забезпечення доступності безпечних харчових продуктів у достатній кількості та асортименті для кожної людини, задоволення її потреб у повноцінному харчуванні;

забезпечення функціонування ефективної державної системи контролю за якістю та безпекою харчових продуктів і продовольчої сировини; гармонізація вимог законодавства з питань якості та безпеки продовольства з міжнародними (ВООЗ, ФАО, ВТО, ЄС);

розвиток виробництва продуктів групи «Здоров'я» з високою харчовою і біологічною цінністю, в тому числі збагачених макро- та мікронутрієнтами.

Для створення асортименту продуктів спеціального призначення перспективними об'єктами є хлібо-булочні та борошняні кондитерські вироби. Це обумовлено їх традиційною популярністю з одного боку та незбалансованістю хімічного складу (висока калорійність, порівняно низький вміст харчових волокон, вітамінів, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин) – з іншого.

Незважаючи на те, що наукові основи створення таких продуктів відомі ще з 80-х років ХХ сторіччя, залишається не вирішеною низка питань теоретичного та практичного характеру. У літературних джерелах має місце застосування різних термінів для означення спеціальних продуктів харчування (функціональні, лікувальні, дієтичні, лікувально-профілактичні, спеціальні, спеціальні для дієтичного споживання, оздоровчі, корисні, з бажаними властивостями, продукти групи «Здоров'я»), а їх єдина класифікація відсутня.

На основі узагальнення і систематизації даних літературних джерел щодо спеціальних продуктів нами запропоновано їх класифікацію за призначенням і походженням, як основними ознаками (рис. 1) [1].

Найбільшого розвитку знайшов науковий напрям, пов'язаний з розробкою виробів, збагачених фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Нами запропоновано гнучкі технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, які буде можливо реалізувати як на підприємствах великої потужності (хлібозаводи, хлібокомбінати, кондитерські фабрики), так і середньої та малої потужності без значних змін схем технологічного потоку і апаратурного оформлення.

Особливий інтерес являють технології збагачення хлібобулочних виробів, що передбачають «повернення» тих речовин, що були видалені з зерна під час його переробки у борошно. У цьому аспекті розроблено асортимент хліба і булочних виробів з використанням продуктів переробки зародків пшениці. Це такі дієтичні добавки, як спиртовий екстракт зародку пшениці «Глюкорн-100» (ТУ У 15.6-20608169.005-2002) та «Шрот зародків пшениці харчовий» (ТУ У 20608169.002-99), що виробляються на КП «Білоцерківхлібопродукт»

(м. Біла Церква) за новою екологічно чистою технологією. У них сконцентровано приблизно 20 замінних та незамінних амінокислот, значна кількість вітамінів Е, групи В, біотину, РР та каротиноїдів, а в шроті зародку пшениці – і харчових волокон, що дозволяє за їх невеликого дозування суттєво підвищити харчову цінність хліба. Крім того, хімічний склад цих добавок дозволяє отримувати технологічний ефект від їх додавання у тісто, який виражається в підвищенні якості виробів і у прискоренні технологічних процесів приготування хлібобулочних виробів, а, тим самим, у підвищенні ефективності виробництва [2].

Значний обсяг наукових досліджень виконується у напрямку розроблення технологій хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з використанням цілого та подрібненого зерна зернових та олійних культур. Як зернову сировину використовують сорти тритикале, пшениці, кукурудзи, які вже вирощуються у Харківській області, а також нові сорти зернових культур, що виведені фахівцями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юрьєва УААН. Основною метою даного напрямку науково-дослідних робіт є розширення асортименту продукції підвищеної харчової цінності з використанням районованої у Харківській області зернової сировини. Так, хліб, виготовлений з використанням ядра насіння високолізинового та високоолеїнового сортів соняшника дозволяє значно збагатити його незамінною амінокислотою лізином, а також поліненасиченими жирними кислотами. Ядро насіння соняшника знайшло широке застосування у розроблених на кафедрі технологій пісочного печива, масляного бісквіту, пряників. Особливістю технологій є спеціальна обробка ядра для запобігання окиснення жирів [3].

Цікавою з наукової і практичної точки зору є технологія хліба з додавання модифікованого фосфатидного концентрату (МФК), розробленого фахівцями Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», який отримують шляхом модифікації фосфоліпідів за допомогою ферменту Лецитаза Ультра, що призводить до зміни гідрофільно-ліпофільного балансу і, як наслідок, до зміни властивостей фосфатидного концентрату. Використання МФК дозволяє отримувати хлібобулочні вироби

високої якості з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями, а також з підвищеним вмістом фосфоліпідів [4].

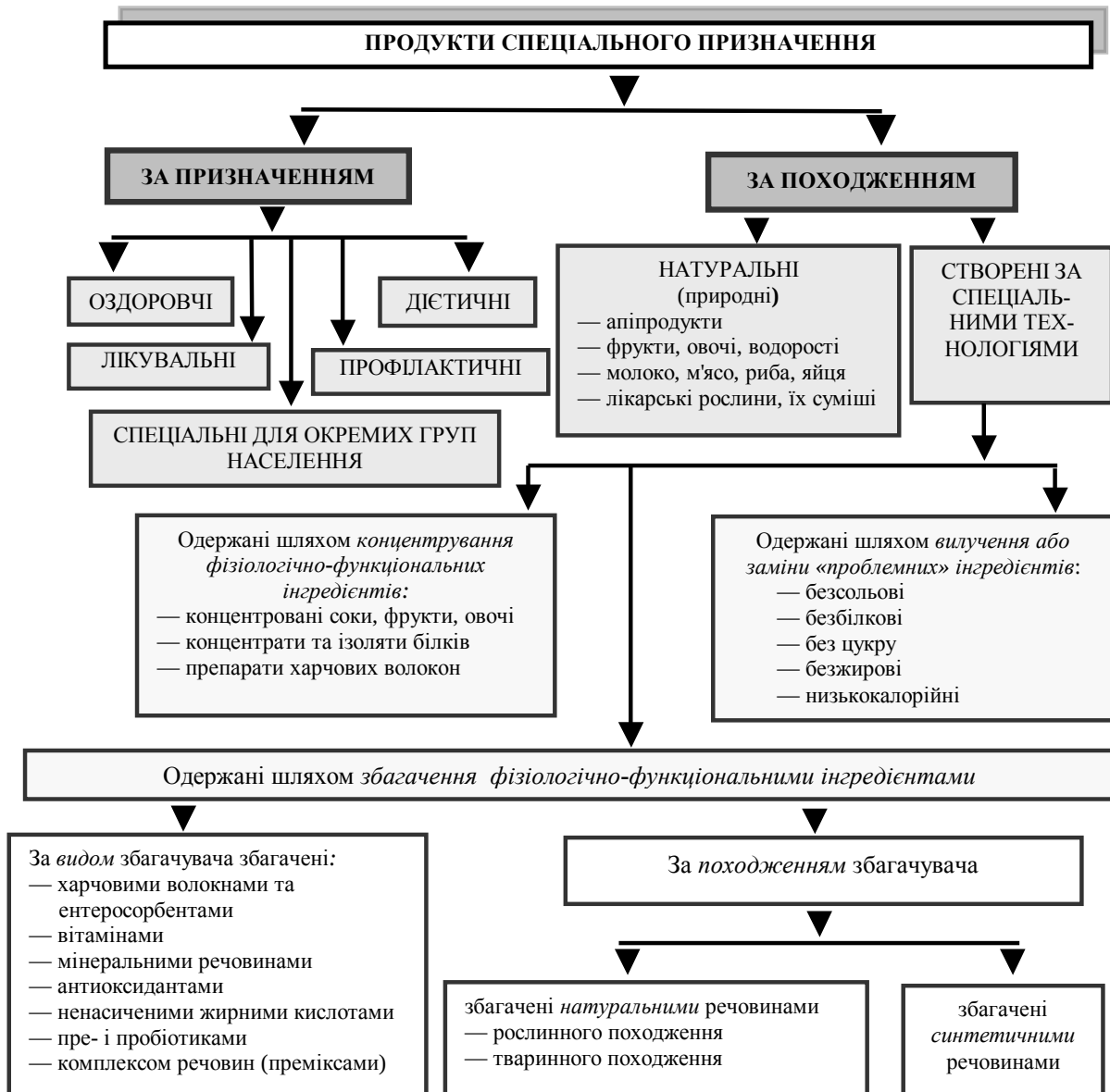


Рис. 1 – Класифікація продуктів спеціального призначення

Перспективними є технології виробів з бісквітного, пісочного і дріжджового тіста з добавками кріас-порошків з різних фракцій виноградних вичавків та навколоплідника гречки. Використання кріас-порошків дозволяє збагатити продукцію вітамінами, мінеральними речовинами, органічними кислотами та антиоксидантами. Технологічний ефект від їх додавання виявляється в інтенсифікації процесів на окремих стадіях виробництва, покращенні структури напівфабрикатів та готових виробів, економії яйце-продуктів та цукру. Також за їх введення спостерігається подовження термінів зберігання продукції, що містить жири, за рахунок інгібування ланцюгових вільно-радикальних реакцій [5].

Заслугує на увагу технологія пісочного печива, яка передбачає застосування в якості жирової сировини кукурудзяної і соняшникової олій для підвищення в ньому вмісту поліненасичених жирних кислот. Заміна маргарину у рецептурі пісочного печива на олії дозволяє виключити з його складу трансізомери жирних кислот, які можуть мати небажаний вплив на здоров'я людини. Оскільки отримання стабільних емульсій з використанням обраних олій ускладнене, нами запропонований спосіб їх стабілізації, заснований на додаванні препаратів мікробних полісахаридів ксампану або енпосану під час емульгуван-

ня. Це призводить до підвищення технологічності процесу приготування пісочного тіста та підвищення якості та термінів зберігання готової продукції [6].

Використання мікробних полісахаридів у технологіях бісквітних напівфабрикатів (основного, для рулету, «буше») для стабілізації структури бісквітного тіста дозволяє моделювати рецептури у напрямку зниження калорійності готових виробів за рахунок зниження кількості цукру та яєць та покращення їх якості [7].

Важливим науковим напрямком кафедри в аспекті створення продукції спеціального призначення з вилученням «проблемних» інгредієнтів є розробка технологій безбілкових сортів хліба і сумішей для приготування борошняних виробів для дітей, хворих на фенілкетонурію. Створено асортимент вітчизняних спеціальних безбілкових продуктів для дієтотерапії, які можуть майже повністю імітувати звичайні продукти та відповідати суворим вимогам дієти для цього контингенту хворих. Технологія цих продуктів ґрунтується на повній заміні в рецептурах пшеничного борошна на кукурудзяний крохмаль. Для утворення відповідної структури безбілкових хліба та борошняних виробів підібрано раціональний склад рецептурних композицій та ефективні структуроутворювачі [8].

Технічні рішення розроблених технологій захищені патентами України на винахід або корисну модель. Патент України на винахід № 83404 «Спосіб виробництва пшеничного хліба», суттю якого є використання добавки «Глюкорн-100», став переможцем у конкурсі «Винахід-2008» у галузі біотехнології та харчової промисловості.

Висновки

1. Застосування нової нетрадиційної сировини у технологіях хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів спеціального призначення, розроблених на кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів ХДУХТ дозволяє значно розширити асортимент цієї групи виробів.

2. Використання у нових технологіях натуральних добавок призводить до суттєвого підвищення харчової цінності виробів за рахунок збагачення їх комплексом біологічно-активних речовин, а також до набуття певного технологічного ефекту.

Література

1. Технологічні аспекти створення хлібобулочних і кондитерських виробів спеціального призначення/ Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова, З.І. Кучерук // Харчова наука і технологія. – 2009. – №1(6). – С.25-30.
2. Лисюк Г.М., Олійник С.Г., Кравченко О.І. Обґрунтування використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» в технології пшеничного хліба// Прогресивні техніка і технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 403-407.
3. Лисюк Г.М., Шидакова-Каменюка О.Г., Шкляєв О.М. Дослідження зміни якості масляного бісквіта з ядром насіння соняшнику під час зберігання// Прогресивні техніка і технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2008. – Вип. 2 (8). – С. 112-116.
4. Технологічні аспекти використання модифікованого фосфатидного концентрату у виробництві пшеничного хліба/ С.Г. Олійник, Г.М. Лисюк, О.І. Кравченко, О.Ю. Богодіст-Тимофєєва // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – Вип.38. – С.179-183.
5. Чуйко А.М., Лисюк Г.М., Верешко Н.В. Перспективи використання кріас-порошків з використанням вичавок у виробництві борошняних виробів// Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ у 2-х ч. – Харків: ХДУХТ, 2004 – Ч.1. – С.399-407.
6. Самохвалова О.В. Марципака Н.І. Використання мікробних полісахаридів для стабілізації емульсій під час виготовлення пісочних виробів// Прогресивні техніка і технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 93-99.
7. Черевична Н.І., Самохвалова О.В., Полевич В.В. Вивчення дисперсного складу пінної структури бісквітного тіста у присутності мікробного поліцукриду ксампану// Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 6/4 (36). – С. 46-49.
8. Луньова О.С., Кучерук З.І. Дослідження реологічних показників безбілкового тіста для дієтичних сортів хліба // Праці 1 Всеукраїнської конф. студентів та аспірантів «Сучасні технології хімічних та харчових виробництв». – Дніпропетровськ: ДНУ, 2008. – С. 22.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ МАСС

Румянцева В.В., канд. техн. наук, доцент, Слукина И.А., аспирант
Орловский государственный технический университет, г. Орел

Одной из перспективных задач перерабатывающих отраслей промышленности в России является стабильное обеспечение потребностей населения отечественными высококачественными и биологически полноценными продуктами питания. В связи с этим чрезвычайно актуальна задача по разработке рецептур и технологий кондитерских изделий, основанных на теории функционального питания, способных покрыть дефицит незаменимых пищевых веществ в питании как за счет повышения пищевой ценности продуктов, так и за счет использования нетрадиционных источников сырья. В ОрелГТУ была разработана биомодифицированный продукт овса (БМПО) представляющий собой, высоко дисперсионный порошок, с приятным вкусом и ароматом обжаренного ореха. В связи были проведены исследования по влиянию замены сахара песка в рецептуре пралиновых масс на БМПО. Проведенные исследования позволили сделать вывод о целесообразности данной замены, в результате чего показатели качества и пищевая ценность пралиновых конфет значительно повысилась по сравнению с контролем.

The one of the perspective problem the branch industry in Russia is provide population the native home quality and biological valuable food. That's why the problem about work out the technology confectionary products, foundation on the theory functional nutrition and valuable the cover of lack the imperceptible products in nutrition such as improving value of food and using nontraditional products is very actual. In OSTU was making the biomodification product of oats (BMPO). It's a powder with a nice taste and smells as fried nut. We make investigations about substitution the sugar in technology of sweets on BMPO. This investigation showed that this substitution is actual and index of quality and nutritional value the sweets was improve.

Ключевые слова: биомодифицированный продукт овса (БМПО), пралиновые кондитерские массы, ферменты, реологические свойства, пищевая и энергетическая ценность.

Одной из перспективных задач перерабатывающей отрасли промышленности в России является стабильное обеспечение потребностей населения отечественными высококачественными и биологически полноценными продуктами питания.

В связи с этим кондитерская отрасль активно участвует в реализации поставленных перед ней научно-технических программ по созданию группы кондитерских изделий функционального назначения, с помощью обогащения химического состава путем использования местного нетрадиционного сырья, подвергнутого биохимической конверсии [1].

В Орловской области в больших объемах выращивают овес, который богат полноценными белками, липидами, полиненасыщенными жирными кислотами, рядом витаминов, природными антиоксидантами, дефицитными макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами и бактерицидными веществами, множество исследований подтвердили способность овса снижать уровень холестерина в крови.

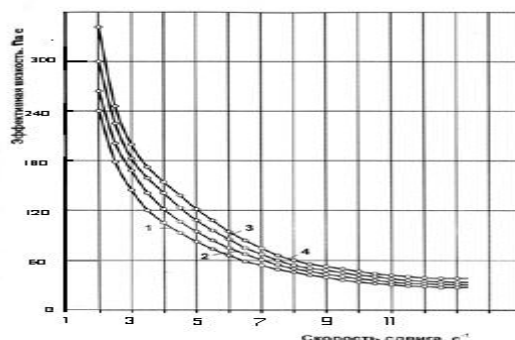
Целью данных исследований было изучение влияния биомодифицированного продукта овса на структурно-механические и физико-химические свойства пралиновых кондитерских масс.

Биомодифицированный продукт овса (БМПО) представляет собой, высоко дисперсионный порошок, полученный из зерна овса с приятным вкусом и ароматом обжаренного ореха. Зерно овса предварительно подвергали замачиванию в присутствии комплексного фермента целлюлолитического действия – «Biobake-721» производства «Quest Ant Nederland BV» в состав которого входит эндо- β -1,4-глюканаза, целлобиаза и экзо- β -1,4-глюкозидаза. Под действием комплексного ферментного препарата происходит гидролиз целлюлозы и гемицеллюлозы, что приводит к размягчению клеточной стенки зерновки. После окончания гидролиза БМПО диспергируется и высушивается при температуре 120 °С до влажности 6 %.

Для исследования влияния БМПО на реологические свойства пралиновой массы и выбора его оптимального количества, производили замену сахарной пудры (по сухому веществу) на 30, 35 и 40 % БМПО, за контроль была выбрана рецептура конфет «Маска».

Пралиновые массы представляют собой вязкопластичные структурированные дисперсные системы, для которых вязкость является важной реологической характеристикой. Поэтому после приготовления пралиновой массы с заменой сахарной пудры на БМПО определяли их эффективную вязкость. Исследования проводили на приборе REOTEST-2 при температуре 40 °С.

На рис. 1 представлены кривые изменения эффективной вязкости от градиента скорости пралиновой массы с заменой сахарной пудры на БМПО в количестве 30, 35 и 40 %.



1 – контроль; 2 – масса с 30 % МПО; 3 – масса с 35 % БМПО; 4 – масса с 40 % БМПО

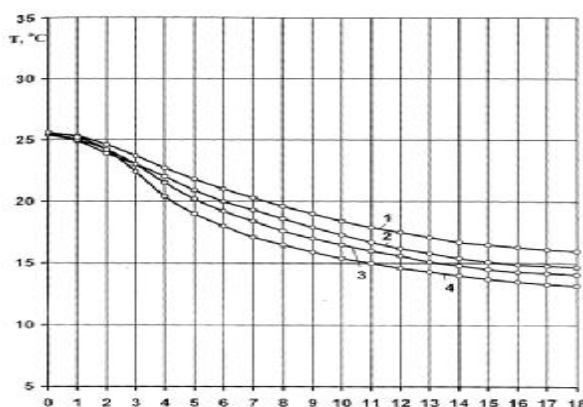
Рис. 1 – Зависимость эффективной вязкости от градиента скорости пралиновой массы при замене сахарной пудры на БМПО

Характер зависимости эффективной вязкости от градиента скорости одинаков для этих масс. С увеличением градиента скорости эффективная вязкость пралиновой массы постепенно снижается за счет разрушения коагуляционных структур. При градиенте скорости 10 с⁻¹ начинается область разрушенной структуры, и вязкость меняется незначительно.

Из представленных экспериментальных данных видно, что с увеличением дозировки БМПО вязкость увеличивается. При градиенте скорости 10 с⁻¹ вязкость массы с заменой 30 % равна 128 Па·с, а при увеличении дозировки БМПО до 40 % – 158 Па·с.

Это можно объяснить тем, что частицы БМПО, обладая большей удельной поверхностью и способностью образовывать более сильные связи, распределяясь в массе, приводят к упрочнению коагуляционно-структурных образований этих частиц.

После формования в конфетных корпусах исследовали кинетику охлаждения. Пралиновая масса, приготовленная без БМПО и с его введением, охлаждали в течении 15 минут. Через каждую минуту снимали показания в градусах Цельсия. Кинетика процесса охлаждения пралиновой массы при замене сахарной пудры на БМПО представлена на рис. 2.



1 – контроль; 2 – масса с 30 % БМПО; 3 – масса с 35 % БМПО; 4 – масса с 40 % БМПО

Рис. 2 – Кинетика процесса охлаждения пралиновой массы при замене сахарной пудры на БМПО

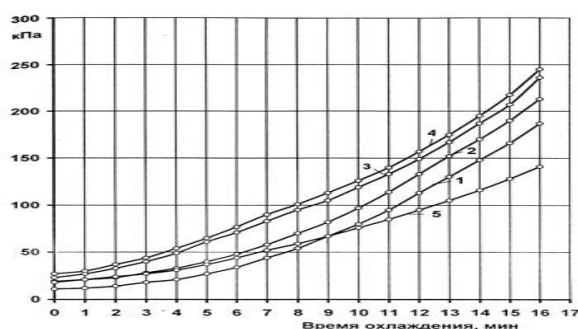
Из рис. 2 видно, что с увеличением дозировки БМПО скорость охлаждения увеличивается. Так, если масса, приготовленная без БМПО за 15 минут охлаждения достигает температуры +16,2 °С, то пралиновая масса с заменой 40 % сахарной пудры на БМПО охлаждается за это же время до +14,1 °С.

Следовательно, с введением БМПО получили пралиновую массу, для охлаждения которой до необ-

ходимой температуры требуется меньше времени, то есть скорость структурообразования в ней увеличивается.

Изучение кинетики изменения прочности в зависимости от введения различных дозировок БМПО проводили в процессе охлаждения конфетных корпусов. Образование структуры пралиновых масс происходит при их охлаждении в результате кристаллизации дисперсионной среды – смеси жиров. Измерение пластической прочности осуществляли на структурометре С-1 через каждые 2,5 минуты в течение 15 минут.

Процесс структурообразования пралиновой массы при их охлаждении сопровождается снижением температуры массы и упрочнением ее структуры, то есть увеличением пластической прочности, результаты исследований представлены на рисунке 3.



1 – контроль; 2 – масса с 30 % БМПО; 3 – масса с 35 % БМПО;
4 – масса с 40 % БМПО; 5 – масса с 50 % БМПО

Рис. 3 – Зависимость пластической прочности от продолжительности охлаждения пралиновой массы при замене сахарной пудры на БМПО

На рис. 3 представлены графики зависимости пластической прочности пралиновой массы от времени охлаждения при замене 30, 35, 40 и 50 % сахарной пудры на БМПО и контроля. Анализ графиков показывает, что с увеличением количества БМПО взамен сахарной пудры происходит увеличение пластической прочности массы. Так, прочность, необходимая для качественного резания конфетных жгутов, 120 кПа [2] достигается для контроля и с заменой 30, 35 и 40 % сахарной пудры соответственно за 12,3; 11,3; 10,1 и 9,5 мин. При замене 50 % сахарной пудры на БМПО наблюдается уменьшение пластической прочности. Это можно объяснить тем, что БМПО, равномерно распределяясь в массе, адсорбирует на своей поверхности жир, тем самым, связывая его, а такая дозировка БМПО является критической, при которой связь с другими компонентами рецептурной смеси ослабевает настолько, что общей прочной коагуляционной структуры не образуется.

Пралиновые массы – термодинамически неустойчивые системы, в которых происходит агрегирование твердых частиц, что, уменьшает поверхность соприкасающихся частиц с дисперсионной средой, в результате система переходит в состояние с более низкой потенциальной энергией [3]. Увеличение прочности пралиновой массы при замене сахарной пудры на БМПО можно объяснить тем, что между частицами БМПО и жира существует большая разность полярностей, чем между жиром и частицами сахарной пудры. Поэтому при добавлении БМПО происходит повышение прочности контактов. Поверхность частиц БМПО обладает большой гидрофильностью (за счет содержания β -глюкана и крахмала) и способностью образовывать лиофобные связи. Это приводит к упрочнению структуры.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод, что при введении 35 и 40 % БМПО взамен сахарной пудры, органолептические и физико-химические показатели соответствуют требованиям ГОСТ 4570 – 93. При увеличении дозировки до 50 % формоустойчивость готовых корпусов снижается, увеличивается количество сколов и происходит расслоение корпуса.

Основываясь на результатах исследования влияния БМПО овса на структурно – механические, органолептические и физико-химические свойства пралиновой массы, можно сделать вывод, что оптимальная дозировка БМПО, при введении его взамен сахарной пудры, является 40 %. При введении такой дозировки БМПО конфеты с пралиновыми корпусами соответствуют требованиям ГОСТ 4570 – 93.

В результате проделанной работы, были разработаны рецептура и технология производства конфет с пралиновыми корпусами – «Русское поле».

Выводы

1. Результаты исследований показали, что с увеличением дозировки БМПО вязкость увеличивается.

При градиенте скорости 10 с^{-1} вязкость массы с заменой 30 % равна 128 Па·с, а при увеличении дозировки БМПО до 40 % – 158 Па·с.

2. Результаты исследований показали, что увеличением дозировки БМПО скорость охлаждения пралиновых масс увеличивается.

3. Результаты исследований показали, что при введении 35 и 40 % БМПО взамен сахарной пудры, органолептические и физико-химические показатели пралиновых конфет соответствуют требованиям ГОСТ 4570 – 93.

4. Анализ пищевой и энергетической ценности позволил сделать вывод, что при замене 40 % сахара песка БМПО энергетическая ценность снизилась на 2,2 %, количество балластных веществ возросло на 92 %, содержание белков повысилось на 42 % (содержание таких незаменимых аминокислот, как: трептофан – на 18 %, лейцин – на 18,9 %, изолейцин – на 22,8 %, валин – на 22,3 %, треонин – на 6,9 %, фенилаланин – на 48,6 %).

Литература

1. Липатов Н.Н., Рогов И.А. Методология проектирования с требуемым комплексом показателей пищевой ценности. // Известие ВУЗов СССР. Пищевая технология. 1987. № 1.
2. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. академия, 1997. – 416 с.
3. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 213с.

УДК 642.2:579.62

МІКРОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І ЯКІСТЬ НОВИХ СУХИХ СНІДАНКІВ

Сирохман І.В., д-р техн. наук, професор, Гирка О.І., асистент
Львівська комерційна академія, м. Львів

Досліджено вплив пакувальних матеріалів і тривалості зберігання на накопичення продуктів мікробіологічного синтезу.

Influence of packaging materials and duration of saving is explored on accumulation of products of microbiological synthesis.

Ключові слова: сухі сніданки, пакувальні матеріали, мікробіологічна чистота.

Безпечність продовольчої сировини і харчових продуктів оцінюється за кількісним і якісним вмістом у них антихарчових речовин мікробіологічної, хімічної і біологічної природи [1].

У числі нових проблем, що пов'язані із забезпеченням мікробіологічної безпеки харчових продуктів можна виділити наступні. Перш за все, людство саме активізує процес пристосування і мінливості мікроорганізмів. Наприклад, антибіотикостійкість (сальмонели), терморезистентність – відповідь на пастеризацію (у патогенних шигелл, лістерії), токсиноутворення як вид мікробного антагонізму. Помітно послаблюється опірність до інфекційних захворювань, які пов'язані з погіршенням структури харчування (анемія, білковий і йодний дефіцити). Технологічний аспект глобалізації ринку стирає кордони поширення патогенних мікроорганізмів, а інтеграція і укрупнення виробництва приводить до виникнення масових спалахів інфекційних захворювань. Невиправдане і нерегульоване прагнення до підвищення строків придатності продуктів підвищує ризик харчових отруєнь [6].

Мікробіологічні показники сухих сніданків є важливим критерієм оцінки безпечності і обов'язковим показником у системі контролю якості [2].

Частина сухих сніданків може бути сприятливим середовищем для існування та розмноження мікроорганізмів. Неспецифічна мікрофлора, представлена мікроорганізмами, які випадково потрапили в сухі сніданки із зовнішнього середовища, робить продукцію непридатною або навіть шкідливою для споживання.

Мікробіологічні дослідження сухих сніданків проводили з метою оцінки безпечності продукції для здоров'я людини, безпосередньо після виготовлення і в процесі їх подальшого зберігання за відповідних температурних режимів і в різних упаковках. Особлива увага приділена визначенню наявності патоген-

них мікроорганізмів, у тому числі сальмонел, умовно-патогенних, санітарно-показникових мікроорганізмів (БГКП), окремих збудників мікробного псування продукту (дріжджів та пліснявих грибів).

Останнім часом проблема пліснявої контамінації сухих сніданків є об'єктом значної уваги, що пов'язано з технологією виготовлення сухих сніданків, складним сировинним складом, тривалим терміном зберігання.

Нами проведені санітарно-бактеріологічні дослідження розроблених та запропонованих сухих сніданків.

Для контролю якісного та кількісного складу мікроорганізмів проби відбирали із свіжовиготовлених зразків та в процесі їх подальшого зберігання за наступними показниками:

кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФAM) згідно з ГОСТ 10444.15;

бактерії групи кишкових паличок (коліформи) згідно з ГОСТ 30518;

наявність патогенних мікроорганізмів у 50 г, у тому числі сальмонел, згідно з ДСТУ EN12824:2004;

умовно-патогенних (бактерій роду *S. aureus*, *B. cereus* d 1 г) згідно ГОСТ 10444.2, ГОСТ 10444.8).

Крім мікробіологічних показників, які нормуються „Медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості” діючої нормативної документації, проводили визначення на наявність збудників мікробіологічного псування – пліснявих грибів згідно з ГОСТ 28805;

Для розвитку багатьох мікроорганізмів необхідно певне поживне середовище. Так, кишкова паличка (*Escherichia coli*), є типовим представником родини ентеробактерій, проявляє виражені амілолітичні (розкладає глюкозу, лактозу) і протеолітичні (розкладає білки) властивості. Сальмонели розщеплюють мальтозу, глюкозу до кислоти і газу [4].

Результати визначення рівня мікробіологічної чистоти сухих сніданків наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Мікробіологічні показники безпеки свіжих сухих сніданків та в процесі зберігання

Назва сухих сніданків	Показники					
	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г			Плісняві гриби, КУО в 1 г		
	свіжих	після 6 міс.	після 9 міс.	свіжих	після 6 міс.	після 9 міс.
Контроль (без добавок), вагові	$8,0 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^3$	$10,2 \cdot 10^3$	не виявлено	$2,2 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^2$
Контроль, фасований у ПЕТ	$5,6 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$6,5 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Контроль, фасований у БОПП	$3,0 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Золота бджілка”, вагові	$7,6 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^3$	не виявлено	$1,2 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$
„Золота бджілка”, фасовані у ПЕТ	$4,5 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Золота бджілка”, фасовані у БОПП	$2,5 \cdot 10^2$	$5,1 \cdot 10^2$	$9,1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Чарівне зернятко”, вагові	$8,4 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^3$	$9,8 \cdot 10^3$	не виявлено	$1,0 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$
„Чарівне зернятко”, фасовані у ПЕТ	$5,0 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^3$	$5,1 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Чарівне зернятко”, фасовані у БОПП	$2,0 \cdot 10^2$	$4,8 \cdot 10^2$	$9,7 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Цілюще зернятко”, вагові	$8,2 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^2$	$8,6 \cdot 10^3$	не виявлено	$1,1 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$
„Цілюще зернятко”, фасовані у ПЕТ	$4,7 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$4,4 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
„Цілюще зернятко”, фасовані у БОПП	$2,2 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^2$	$9,8 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Гранична	$5 \cdot 10^4$			$5 \cdot 10^2$		

На розвиток пліснявих грибів у сухих сніданках суттєво впливає доступ кисню та захисні властивості пакувальних матеріалів.

Вибір упаковки для сухих сніданків повинен виключати контакт цих виробів з киснем, вологістю, світлом, що може забезпечити непрозора герметична упаковка. Цим умовам відповідають трюхшарові або ламінати, які складаються з більшої кількості шарів з високими бар'єрними властивостями.

Поліетилентерефталатна плівка має у 2,5-3 рази вищу міцність, ніж поліетиленова такої ж товщини [5]. Завдяки бар'єрним властивостям, що перешкоджають проникненню кисню, вуглекислого газу і вологи, упаковка із ПЕТ запобігає розвитку бактерій в упакованому продукті. Крім того, вироби в такій упаковці зберігають свій початковий вигляд і смакові якості триваліше, ніж упаковані в поліетиленову або поліпропіленову плівку.

Сухі сніданки характеризуються високою активністю сполук і піддаються негативній дії різних чинників: кисню, світла, вологи, активно сорбують рідкі речовини, які змінюють органолептичні властивості продукту. Вплив кисню може активізуватись дією світла, особливо ультрафіолетовими променями, за умови, що упаковка пропускає світлове випромінювання. Наявність кисню сприяє деструкції вітамінів, барвників і деяких інших біологічно активних речовин.

Особливо шкідливий вплив на сухі сніданки має підвищена вологість. Активність води (A_w) є одним із важливих показників, який характеризує стійкість продуктів під час зберігання в тих чи інших умовах.

З наведених даних видно, що свіжі вироби після 5 діб зберігання містили неоднакову кількість МАФАМ. У нефасованих сухих сніданках контролю і нових зразків показники мікробіологічного забруднення були досить близькі і та різниця лежить в межах похибки експерименту. Водночас захисні властивості БОПП в 1,9-2,1 рази вищі, ніж ПЕТ.

Протягом 6 місяців кількість МАФАМ у нефасованих виробках помітно збільшилась, у тому числі в контролі – в 3,1 раза, «Золота бджілка» – в 3,2, «Чарівне зернятко» – в 3,3 і «Цілюще зернятко» – в 3,9 рази. Більш інтенсивне розмноження дослідних мікроорганізмів мало місце у проміжку з 6 до 9 міс. і досягло 4,1, 3,7, 3,5 і 2,7 рази відповідно.

Захисні властивості упаковки в ПЕТ найбільш виражені після 6 міс. зберігання у сухих сніданках «Цілюще зернятко», які містили у 2,7 рази менше МАФАМ, ніж нефасовані. У контрольному зразку ця різниця досягла 2,1 рази. Ефективність БОПП упаковки була вища у 2,0 (контроль, «Цілюще зернятко»), 2,2 («Золота бджілка») і 2,7 рази («Чарівне зернятко»).

Значний вміст МАФАМ у виробках, фасованих у ПЕТ, привів до інтенсивного накопичення їх у наступні 3 міс. Тому у більшості дослідних зразків знизилась різниця цього показника між нефасованими і фасованими в ПЕТ упаковку. Пакети з БОПП забезпечили високу ефективність щодо мікробіологічної чистоти виробів навіть після 9 міс. зберігання.

За результатами досліджень вміст дріжджів і пліснявих грибів у сухих сніданках у кількості до $5 \cdot 10^2$ КУО/г не впливає на їх органолептичні та біохімічні показники і лише збільшення до $5 \cdot 10^3$ КУО в 1 г у сухих сніданках призводить до появи дефектів смаку, зокрема затхлого, дріжджового присмаку, а також кольорових плям на поверхні виробів.

Протягом усього періоду зберігання у виробках не виявлено бактерій групи кишкових паличок (коліформи), патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел, умово-патогенних (бактерій роду *S. aureus*, *B. cereus* d 1 г) та сульфитредукувальних клостридій.

Отже, найкращим пакувальним матеріалом для сухих сніданків є плівкова упаковка із багатошарових ламінатів біоксальноорієнтованого поліпропілену (БОПП), яка характеризується високими бар'єрними властивостями, має невелику масу; міжшаровий друк, який виключає проникнення запаху фарби в продукт і суттєво подовжує термін придатності виробів.

Сучасні умови ринкових відносин показують, що оптимальні строки зберігання сухих сніданків, у тому числі повітряних зерен та круп'яних паличок є суттєвим фактором їх конкурентоспроможності. Використання нових технологічних процесів і сучасних пакувальних матеріалів дозволяє захистити готову продукцію від бактеріального псування, зміни органолептичних показників та в деякій мірі подовжити терміни зберігання готової продукції.

Висновки

Мікробіологічна безпечність сухих сніданків залежить від багатьох чинників, серед яких важливе місце займає захисна дія пакувальних матеріалів. Застосування полімерних упаковок, особливо БОПП, гарантує збереження якості та подовження термінів зберігання сухих сніданків до 9 місяців і більше.

Література

1. Донченко Л.В., Надькта В.Д. Безопасность пищевой продукции: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
2. Європейські вимоги до харчових добавок: Довідник. - Львів: Леонорм, 2003. – 126 с.

3. Розщупкина Н.В. Микробиологические аспекты качества специализированных жиров // Кондитерское и хлебопекарское прои-ство. – 2007. – № 11. – С. 19.
4. Свириденко Г.М. Система обеспечения микробиологической безопасности и качества в маслodelии // Сыроделие и маслodelие. – 2005. – № 1. – С.33-38.
5. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари: Підручник. – К.: ЦНЛ, 2005. – 614 с.
6. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів: Навчальний посібник. – К.: ЦНЛ, 2006. – 384 с.

УДК 664.68

ВПЛИВ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ НА ТЕРМІНИ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ

Калакура М.М., канд. техн. наук, професор, Данкевич Л.А., канд. біол. наук, доцент,
Ніколіна В.В., ст. викл.

Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна”, м. Київ

У статті представлено результати досліджень впливу топінамбура, екзополісахариду мікробного походження ксампану та фруктози на мікробіологічні показники бісквітного напівфабрикату. Встановлено, що введення топінамбура, ксампану та фруктози у бісквітний напівфабрикат підвищують термін його зберігання.

The article presents the results of researches of influence of a topinambour, exopolysaccharid of microbic origin xampan and fructose on microbiological parameters of a biscuit. It has been determined that topinambour, xanthan and fructose in a biscuit item raise term of its storage.

Ключові слова: бісквітний напівфабрикат, бісквіт, екзополісахарид мікробного походження ксампан, топінамбур, фруктоза, мікробіологічні показники.

Загальновідомо, що одним з основних чинників, які впливають на стан здоров'я людини, є харчування. У структурі сучасного харчування не останнє місце займають борошняні кондитерські вироби. Завдяки високому вмісту вуглеводів та жирів, вони є висококалорійними. Метою сучасної харчової промисловості є виробництво продуктів харчування із підвищеним вмістом біологічно-активних речовин, зі зниженою калорійністю, лікувально-профілактичного, дієтичного та функціонального призначення. Тому, створення бісквітних напівфабрикатів для дієтичного харчування зі зниженою калорійністю з підвищеним мінеральним і вітамінним складом є актуальною проблемою сучасної технології харчування.

Традиційно при виготовленні борошняних кондитерських виробів використовують цукрозу. Нами розроблена технологія бісквітного напівфабрикату з комплексним використанням топінамбура, екзополісахариду мікробного походження ксампану та фруктози [1, 2]. Такий напівфабрикат може бути використаний у виробництві борошняних кондитерських виробів для дієтичного харчування.

Додавання у рецептуру бісквітного напівфабрикату топінамбурової сировини дозволяє збагатити його мінеральними речовинами, вітамінами, поліцукридами та пектиновими речовинами. Введення мікробного полісахариду ксампану з його унікальними фізико-хімічними властивостями дає можливість підвищити в'язкісні властивості бісквітного тіста. Окрім того, ксампан добре сумісний з білками, полісахаридами, солями в широкому діапазоні рН та температур, а також придатний для вживання, не проявляє побічної дії, що обумовлено його інертністю [3, 4]. Фруктоза, порівняно з іншими природними або штучними цукрозамінниками, має кращі органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості, що роблять її незамінною у виробництві борошняних кондитерських виробів для дієтичного та діабетичного призначення [5, 6]. Будь-яка зміна компонентного складу не лише впливає на харчову цінність, органолептичні, фізико-хімічні та інші властивості продуктів харчування, але й змінює їх мікробіологічну стабільність, а отже і термін зберігання.

Нами був проведений комплекс досліджень впливу топінамбура та ксампану на реологічні властивості бісквітного тіста, виготовленого на цукрі [7] та на фруктозі [8]. Результатами встановлено, що ефективна в'язкість бісквітного тіста залежить як від рецептурних інгредієнтів, так і від їх кількості. Ксампан, утворюючи в'язкі колоїдні розчини, виконує в тісті роль структуроутворювача; топінамбур і ксампан підвищують в'язкість і граничну напругу зсуву бісквітного тіста з фруктозою, що казує на утворення високомолекулярних (білково-полісахаридних, полісахаридно-ксампанових та полісахаридно-полісахаридних) сполук між молекулами білків і полісахаридів ксампану, топінамбура, какао, фруктози

[9]. Також експериментальними дослідженнями доведено, що з внесенням у рецептуру бісквітного напівфабрикату топінамбура подрібненого, ксампану та фруктози, в напівфабрикаті утримується більша кількість зв'язаної вологи [10]. Очевидно, що вироби, виготовлені з таких напівфабрикатів, довше зберігатимуть свіжість.

Тому метою нашої роботи було дослідження впливу нових інгредієнтів бісквітного напівфабрикату на термін зберігання на підставі контролю змін якісного та кількісного складу його мікрофлори.

Об'єктами досліджень були бісквітні напівфабрикати, рецептурними інгредієнтами яких були: фруктоза, топінамбутова сировина та вітчизняний мікробний екзополісахарид ксампан.

Вивчення мікробного складу проводили у відповідності з методиками, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України і державними стандартами: „Методичними вказівками з санітарно-біологічного контролю на підприємствах громадського харчування та торгівлі продуктами харчування” (2657-821), „Методичними вказівками № 5.08.07./1232, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України 11.10.95 р.

Умови зберігання виробів були стандартні: $t = 18 \pm 5^\circ\text{C}$, відносна вологість – не більше 75 %. Оцінку мікробіологічної якості бісквітних напівфабрикатів проводили методом граничних розведень. Визначення загальної кількості бактерій здійснювали за методикою, що полягає у здатності мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів розмножуватися і рости на щільному поживному агарі при $30-31^\circ\text{C}$ протягом 72 годин. Визначення бактерій групи кишкової палички проводили за методом, що базується на здатності бактерій групи кишкової палички (БГКП) рости на селективному середовищі Ендо. Виявлення коагулазопозитивних стафілококів проводили за методом, що полягає у здатності даних мікроорганізмів рости на селективних середовищах, що містять високі концентрації хлористого натрію або азиду натрію. Виявлення життєздатних пліснявих грибів визначали за методом, який полягає у виявленні характерних ознак росту життєздатних пліснявих грибів на поживному середовищі Чапека, а також за особливостями морфологічної будови при мікроскопіюванні. Виявлення дріжджів проводили за виявленням характерних ознак росту життєздатних дріжджів на елективних поживних середовищах та особливостями морфології клітин при мікроскопіюванні. Визначення бактерій роду сальмонел проводили шляхом висіву на елективне вісмут-сульфіт агарове середовище.

У ході досліджень встановлено, що напівфабрикати з топінамбуром довше зберігають свіжість у порівнянні з традиційним бісквітним напівфабрикатом (за вимогами державних стандартів термін зберігання 72 год). Дослідження мікробіологічних показників проводили кожні 24 год. За результатами досліджень встановлено, що незалежно від вмісту інгредієнтів всі зразки напівфабрикатів протягом 96 годин відповідали санітарно-мікробіологічним нормам. Тобто введення у рецептури бісквітних напівфабрикатів згаданих вище інгредієнтів подовжує на третину їх термін зберігання. В цей період мікробіологічні показники якості усіх досліджених зразків цілком відповідають санітарно-гігієнічним вимогам (табл.1).

Після завершення встановленого терміну зберігання мікробіологічні критерії якості, особливо зразків, що містять сирю подрібнену топінамбурову сировину, трохи погіршуються. Так, додавання сирі топінамбурової сировини дещо підвищує, порівняно з контролем, кількість пліснявих грибів та бактерій групи кишкової палички (рис. 1).

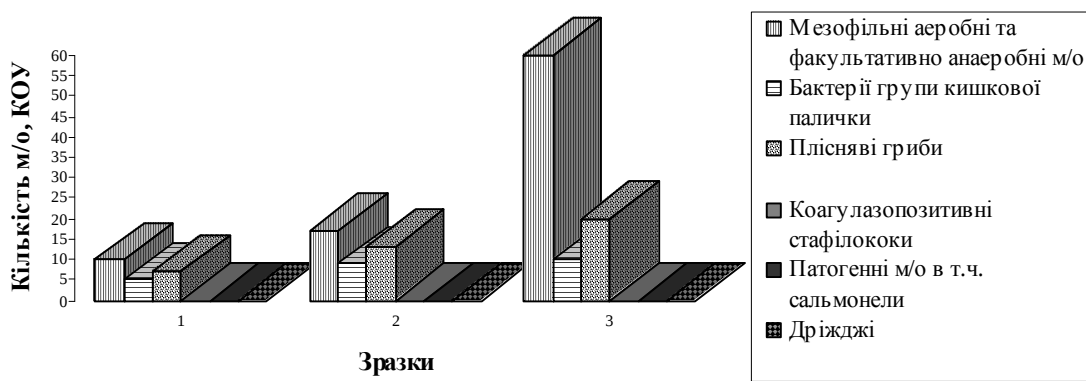


Рис. 1 – Санітарно-мікробіологічні показники якості зразків бісквітних напівфабрикатів (БН) після 144 годин зберігання: 1 – БН з фруктозою, топінамбуром сирим, ксампаном, какао; 2 – БН з цукром, топінамбуром сирим, ксампаном, какао; 3 – Бісквітний напівфабрикат (контроль).

Таблиця 1 – Санітарно-мікробіологічні показники якості зразків бісквітних напівфабрикатів

Мікробіологічні показники	Вимоги НД МБТ № 5061-89	Термін зберігання, год	Зразки		
			Бісквітний напівфабрикат (контроль)	Напівфабрикат з топінамбуром, ксампаном, цукром	Напівфабрикат з топінамбуром, ксампаном, фруктозою
1	2	3	4	5	6
Мезофільні аеробні та факультативно- анаеробні мікроорганізми КУО в 1 г продукту	Не більше 5х10 ²	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено Не виявлено Не виявлено Не виявлено 0,6 х10 ¹	Не виявлено	
Бактерії групи кишкової палички, в т. ч. поліморфні в 0,01 г продукту	Не допускаються	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено		
Коагулазо-позитивні стафілококи в 0,01 г	Не допускаються	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено		
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонел, в 25 г	Не допускаються	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено		
Дріжджі КОЕ в 1 г	Не допускаються	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено		
Плісняві гриби КОЕ в 1 г	Не допускаються	Свіжовиготовлені 24 48 72 96	Не виявлено		

У ході проведення досліджень відмічено, що у зразках, які містять у рецептурі фруктозу та ксампан, процес черствіння відбувається повільніше, ніж у напівфабрикатів, які не містять цих компонентів. Одержані дані не суперечать літературним [11]. Зокрема відомо, що на термін зберігання борошняних кондитерських виробів впливають ретроградація крохмалю та кристалізація цукрози. Тому для уповільнення черствіння даних виробів необхідно до складу рецептурних композицій вводити інгредієнти, які б затримували зменшення вмісту водорозчинних сполук та вологи в м'якуші у процесі зберігання. Дослідниками також встановлено, що в основному перешкоджає черствінню збереження початкового вмісту зв'язаної вологи. Відомо, що серед усіх ди- та моносахаридів найбільшою гігроскопічністю володіє фруктоза, яка починає поглинати вологу за відносної вологості повітря 45% [11]. Загальновідомо, що багато екзополісахаридів мікробного походження, зокрема ксампан, мають високі гігроскопічні властивості, тобто здатні поглинати, зв'язувати і утримувати достатньо тривалий час вологу [3].

На нашу думку, погіршення мікробіологічних критеріїв якості під час тривалого терміну зберігання зразків, що містять сиру топінамбурову сировину, пояснюється більшим вмістом вільної вологи у сирій рослинній сировині. Тобто, при введенні у рецептуру бісквітних напівфабрикатів сирової топінамбурової

сировини створюються більш сприятливі умови для їх контамінації патогенними мікроорганізмами. Слід відмітити, що додавання до бісквітних напівфабрикатів ксампану жодним чином не впливає на мікробіологічні показники їх якості. Для пояснення зміни мікробіологічної стійкості бісквітних напівфабрикатів з різним інгредієнтним складом під час їх зберігання, на наш погляд, цікаво було б дослідити їх фізико-хімічні властивості методом ІЧ-спектроскопії. Вибір даного методу досліджень обумовлений його здатністю встановити присутність та кількість окремих хімічних груп та зв'язків у різних сумішах.

Виходячи з результатів досліджень, слід зазначити, що найкраще на мікробіологічну стабільність під час зберігання та фізико-хімічні властивості бісквітних напівфабрикатів дієтичного призначення впливає додавання до складу рецептур мікробного екзополісахариду ксампану та фруктози.

Література:

1. Калакура М., Ніколіна В. Бісквіти з топінамбуром і мікробним полісахаридом. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2005. – № 1 (02) січень. – С. 19-20.
2. Калакура М., Ніколіна В. Борошняні кондитерські вироби з фруктозою і топінамбуром // Зерно і хліб. – 2005. - №1. – С. 22-23.
3. Воцелко С.К., Литвинчук О.О., Калакура М.М., Данкевич Л.А., Ніколіна В.В., Гвоздяк Р.І. Функціонально активні властивості ксампану // Міжнародна наукова конференція «Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія» (м. Київ, 4-6 жовтня 2005 р.): 36. статей. – Київ, 2005. – С. 101 – 104.
4. Гвоздяк Р.И., Матышевская М.С., Григорьев Е.Ф., Литвинчук О.А. Микробный полисахарид ксантан. – Киев: Наук. думка, 1989. – 212 с.
5. Чим краще підсолоджувати борошняні кондитерські вироби. М. Калакура, В. Дорохович // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2004. – № 1. – С. 9.
6. Калакура М.М., Дорохович В.В. Перспективи використання цукрозамінників і підсолоджувачів у виробництві харчових продуктів // Ресторанне господарство і туристична індустрія у ринкових умовах: 36. наук. праць. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. – С. 54-61.
7. Калакура М.М., Воцелко С.К., Данкевич Л.А., Ніколіна В.В. Вплив топінамбуру та ксампану на реологічні властивості бісквітного тіста // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій / Міністерство освіти і науки України. – Одеса, 2007. – Вип. 30. – Т. 2. – С. 217-222.
8. Калакура М.М., Ніколіна В.В., Данкевич Л.А. Вплив топінамбура, ксампану та фруктози на реологічні властивості бісквітного тіста. // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. / Голов. ред. О.О. Шубін. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. – Вип. 18. – 393 с., с.262-267.
9. Калакура М.М., Ніколіна В.В., Воцелко С.К., Данкевич Л.А. Дослідження молекулярно-масової неоднорідності полімерів бісквітного тіста з використанням топінамбуру та ксампану // Вісник ДонНУЕТ. – 2008. - № 1 (37). – С. 32-41.
10. Калакура М., Михайлик В., Ніколіна В. Нові інгредієнти в бісквітному тісті та їх вплив на стан вологості // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2005. – № 11 (12) листопад. – С. 16-17.
11. Дорохович А., Любавіна І. Сирцеві пряники на фруктозі // Зерно і хліб. – 2005. – № 5. – С. 32 – 33.

УДК 644.655.041:658.26-027.2

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ

**Васильченко А.Н., председатель Совета Объединения «Укрхлебпром», заслуженный работник хлебопекарной промышленности
Объединение «Укрхлебпром», г. Киев**

В статье проведен анализ печей, установленных на хлебопекарных предприятиях Украины, обращено внимание на их моральный и технический износ, высокие затраты топливно-энергетических ресурсов. Представлена новая отечественная туннельная хлебопекарная печь марки А2-ХПК, дана техническая характеристика печи, основные ее преимущества и результаты эксплуатации на предприятиях Украины. Подчеркнута возможность значительной экономии природного газа в хлебопекарной отрасли при замене старого парка печей и внедрении А2-ХПК.

In the article was analysed the furnaces established at the baking enterprises of Ukraine is carried out, the attention to their moral and technical deterioration, high expenses of fuel and energy resources is paid. The new domestic tunnel baking furnace of mark A2-ХПК is presented, the technical characteristics of the furnace, its basic advantages and results of operation at the enterprises of Ukraine is given. Possibility of considerable economy of natural gas in baking branch is underlined at replacement of old park of furnaces and introduction A2-ХПК.

Ключевые слова: хлебопекарная промышленность, печи, энергосбережение

Современная цивилизация немыслима без энергоресурсов. Нефть, газ, электрическая энергия востребованы обществом, и их потребление неуклонно растет. Страна, не имеющая собственных энергетических ресурсов, зависит от их поставок из других стран. Иногда такая зависимость может угрожать национальной безопасности государства.

Украина не в полной мере обеспечена энергоресурсами – в первую очередь нефтью и природным газом. В последнее время в нашем обществе очень живо обсуждаются вопросы, связанные с наличием энергоресурсов их добычей, поставкой и использованием.

Известно, что экономика Украины энергозатратная. Мы расходует в 2-3 раза больше энергоресурсов, чем развитые страны. Это приводит к тому, что большая часть украинской продукции становится неконкурентоспособной на мировом рынке, а дефицит энергоресурсов приводит к зависимости от импорта, а порой и к политической зависимости.

Разведка новых месторождений, их добыча, а также переход экономики Украины на альтернативные виды топлива – это нужная, но весьма отдаленная перспектива. Гораздо актуальнее стоит вопрос энергосбережения за счет планомерного и целенаправленного внедрения новой техники, нового оборудования и энергосберегающих технологий. К сожалению, до сих пор этому направлению уделяется очень мало внимания, как предприятиями, так и государством в целом. Нет целенаправленных отраслевых программ, а самое главное, нет как говорят дипломаты – положительных сигналов от государства Украина, нет стимулирующих факторов на внедрение энергосберегающей техники и технологии.

Вместе с тем жизнь расставляет все на свои места, и последнее серьезное подорожание природного газа серьезно ставит задачу перед каждым предприятием о рациональном расходовании энергоресурсов.

Такая проблема есть и в хлебопекарной отрасли Украины. Несмотря на то что в себестоимости хлеба доля затрат на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) не велика – порядка (7-8) % (около 3 % – электроэнергия и около 4 % – природный газ) все же постоянный рост цен на ТЭР обязывает задумываться. Хлеб, как социально значимый продукт находится в поле зрения органов власти; цены на эту продукцию постоянно регулируются и поиск внутренних резервов, – в том числе за счет экономного и рационального расходования ТЭР необходим как производителям хлеба и хлебобулочных изделий, так и Правительству.

Повышение цен на газ, поставляемый в Украину, показало, что пора переходить от размышлений о необходимости внедрения в экономику Украины энергосберегающих технологий к практическим действиям.

Поле действия здесь огромное. От элементарной замены газовых горелок на печах и котлоагрегатах на современные до комплексного перехода на современные технологии и использование хлебопекарных печей и паровых котлов нового поколения.

На промышленных хлебозаводах Украины вырабатывается более 2,0 млн. тонн выпеченной хлебопекарной продукции в год

В этих целях в эксплуатации находится около 2,5 тыс. хлебопекарных печей тупикового и сквозного типа. Это печи бывшей ГДР – БН-25 и БН-50, бывшей Югославии – печи Гостол, итальянские печи Минел, Шебекинского машзавода (РФ) – печи ПХС и другие. Вместе с тем около 50 % хлебопекарных печей – это печи каменной кладки, в первую очередь люлочно-конвейерные печи типа ФТЛ, которые при одно-, двухсменном режиме работы современного хлебозавода не вписываются ни в какую концепцию по энергосбережению. Хлебопекарную печь типа ФТЛ, как и мартеновскую, невозможно остановить. Она постоянно должна находиться в горячем режиме иначе она просто разрушится. Вот и получается, что хлебозаводы больше содействуют изменению мирового климата в сторону потепления, чем иные отрасли пищевой промышленности.

Замена старого нерентабельного оборудования на новое энергосберегающие - первоочередная задача производителей хлебобулочных изделий, разработчиков и изготовителей нового оборудования.

В последние годы в Украине создана и испытана на хлебопекарных предприятиях практически всех регионов Украины при выработке широкого ассортимента хлебобулочных изделий туннельная хлебопекарная печь марки А2-ХПК [1, 2]. На фотографии (рис. 1) показана одна из первых экземпляров печей марки А2-ХПК-25. На её базе разработан типоразмерный ряд печей с площадью пода (16, 32, 40 и 50) м².



Рис. 1 – Туннельная хлебопекарная печь марки А2-ХПК

За последние пять лет на предприятиях хлебопекарной промышленности различных регионов Украины и Беларуси введены в эксплуатацию и успешно работают 16 хлебопекарных печей марки А2-ХПК, изготовленных Калиновским (Винницкая обл.) и 4 печи Броварским (Киевская обл.) машиностроительными заводами по разработкам ОАО «Укрниипродмаш» (г. Киев).

Учитывая то, что многие предприятия уже приобрели для себя вторую печь А2-ХПК (Херсон, Киев, Волноваха, Токмак), а некоторые намерены приобрести и третью, то можно сделать вывод, что печи вполне соответствуют достаточно высокому уровню функциональности и надежности, а также экономичности, что является определяющими факторами в современном хлебопечении

Основными преимуществами печи являются:

- высокое качество выпекаемых изделий широкого ассортимента;
- универсальность, т.е. возможность выпекать небольшими партиями в течение смены широкий ассортимент хлебобулочных изделий, как из пшеничной, так и из смеси пшеничной и ржаной муки мелкоштучных булочных и бараночных изделий, что важно для небольших предприятий;
- мобильность в управлении режимами выпекания (только за счет регулирования мощности горелок без использования в качестве регулирующих органов газовых шиберов);
- экономичность работы – минимальные затраты топлива.

При разработке печей особое внимание уделялось решению проблем, от которых в значительной мере зависит экономичность их работы. Это, в первую очередь, уменьшение затрат тепловой энергии за счет:

- качественного сжигания топлива;
- уменьшения выбросов теплоты в атмосферу с уходящими газами;
- уменьшения выделений теплоты внешними поверхностями печи;
- уменьшения нерациональных затрат теплоты в пекарной камере;
- рационализации автоматизированной системы управления печью;
- уменьшения расхода пара на гигротермическую обработку тестовых заготовок и тепла на получение этого пара.

Затраты теплоты, которая выносится из печи уходящими газами, напрямую зависят от их количества и температуры.

Известно, что температура уходящих газов зависит от интенсивности тепломассообменных процессов, проходящих в системах обогрева печи, как со стороны продуктов сжигания топлива (в топоч-

ном пространстве, камере смешивания острых и отработанных дымовых газов, в рабочих нагревательных каналах), так и непосредственно в пекарной камере.

При разработке печи А2-ХПК значительное внимание было уделено интенсификации конвективного теплообмена в первой, наиболее нагруженной в тепловом отношении температурной зоне пекарной камеры, которая служит в качестве так называемой зоны “обжаривания” при выпекании хлеба из ржаной или смеси ржаной и пшеничной муки. Для этого в этой зоне применен принудительный конвективный теплообмен между предварительно нагретой в калорифере паровоздушной смесью (ПВС) пекарной камеры и выпекаемыми тестовыми заготовками изделий. При этом ПВС подается непосредственно через щели соплового аппарата на поверхность заготовок изделий. Вследствие разрушения пристенного слоя на поверхности заготовок значительно интенсифицируется процесс теплообмена и прогревание массы тестовой заготовки.

Применения такого вида обогрева позволило при создании режимов “обжаривания” тестовых заготовок хлеба типа “Украинский” получить температуры дымовых газов в камере смешивания (за топкой) (390-400) °С, уходящих газов (270-280) °С. В то же время в тоннельных печах с рециркуляционным (циклотермическим) обогревом зарубежного производства значения этих температур составляет (550 и 350) °С, а в печах старых конструкций еще широко использующихся в хлебопекарной промышленности Украины типа ФТЛ-2 – (900 и 600) °С, соответственно. Низкие температуры дымовых газов в системе их рециркуляции, а значит, и низкие температуры стенок системы обогрева печи А2-ХПК обеспечивают ее долговечность.

Для дальнейшего снижения температуры уходящих дымовых газов в печи А2-ХПК применены теплоутилизаторы, которые устанавливаются на дымовых трубах печи. Температура уходящих газов печи за их счет снижается на (60-70) °С, а подогретая в них вода используется или в технологическом процессе приготовления теста, или, как это сделано на печах, которые эксплуатируются на Киевском хлебоулучном комбинате, для питания встроенного в печь парогенератора.

Практически во всех хлебопекарных печах для гигротермической обработки тестовых заготовок используется пар, который вырабатывается централизованно в специальных паровых котлах. Зачастую это котлы устаревших конструкций с низким коэффициентом полезного действия. Параметры вырабатываемого в них пара (давление, температура, влажность) редко отвечают требованиям технологического процесса гигротермической обработки тестовых заготовок в печах.

Решению вопроса сокращения расхода пара на гигротермическую обработку тестовых заготовок и тепловой энергии на его производство при разработке печи А2-ХПК придавалось первоочередное значение. Пар, который используется для гигротермической обработки тестовых заготовок, в печи А2-ХПК вырабатывается во встроенном в ее конструкцию парогенераторе. При этом параметры этого пара максимально отвечают требованиям технологии гигротермической обработки тестовых заготовок, что способствует значительному сокращению его количества на этот технологический процесс. Так, при выпекании батонів из муки высшего сорта, для гигротермической обработки в тоннельных хлебопекарных печах расходуется обычно до 220 кг пара на тонну продукции, (в печах с тупиковой пекарной камерой - даже до 400 кг пара), в печах А2-ХПК расход пара составляет (100-120) кг на тонну продукции. То есть, экономия пара в печи А2-ХПК составляет около 100 кг на тонну выработанной продукции, или экономии 7 Нм³ природного газа на выработку этого пара.

Парогенератор оборудован системой автоматического регулирования его работой. Заданное оператором на пульте управления печи необходимое для осуществления оптимального пароувлажнения количество пара – в дальнейшем поддерживается автоматически. Количество вырабатываемого в парогенераторе пара зависит от положения заслонки с сервоприводом, служащей для подачи дымовых газов в греющую часть парогенератора. Вода, используемая для питания парогенератора, как было сказано раньше, подогревается за счет уходящих дымовых газов печи в теплоутилизаторах, установленных на дымовых трубах печи.

Проведение вышеупомянутых мероприятий при разработке печи дало возможность в значительной мере сократить затраты газового топлива при эксплуатации хлебопекарных печей А2-ХПК. Так, на «Булочно-кондитерском комбинате» (БКК) г. Киева, где работают две печи А2-ХПК-25 в линиях производства батонів и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, затраты газа на печь (с учетом затрат топлива на производство пара в парогенераторе) составляют в среднем 35 м³ на тонну вырабатываемой продукции. Замена трех печей марки ФТЛ-2 двумя печами А2-ХПК-25 дала реальную экономию газа более 45 Нм³ на одну тонну выпекаемой продукции при одновременном увеличении производительности хлебоулучного цеха БКК.

Расчеты показывают, что замена только 1000 шт. хлебопекарных печей типа ФТЛ-2 (это приблизительно 50 % печей такого типа, работающих в хлебопекарной промышленности Украины) на 500 печей

типа А2-ХПК-25 даст годовую экономию природного газа порядка 65 млн. Нм³ без уменьшения объемов производства хлебобулочных изделий.

Литература

1. Васильченко А., Белик В., Щербаков А., Корчинский А. Новые хлебопекарные печи Украины //Хлебопечение России.-2005-№6.
2. Белик В., Щербаков А., Корчинский А., Бутник А. и др. Подовый хлеб типа «Украинский» уже могут выпекать районные хлебозаводы //Хлебопек.-2004,-№6.

УДК 664.858:613.2:532.135-026

СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕТИЧЕСКОГО МАРМЕЛАДА

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Толстых В.Ю., канд. техн. наук, доцент,

Аветисян К.В., ассистент

Одесская национальная академия пищевых технологий

Аннотация: В данной работе проведен сравнительный анализ структурно-реологических характеристик пастило-мармеладных масс на агаре с использованием различных сахарозаменителей. Доказана возможность производства диетического мармелада, по традиционной технологии без изменения расхода студнеобразователя и технологических параметров процесса.

Annotation: The comparative analysis structurally-reology descriptions of fruit jellies with the use of different sugar - substitute was conducted in the work. Possibility of production dietary fruit jellies on traditional technology without dosage change agar and technological parametres of process is proved.

Ключевые слова: агар, фруктоза, полидекстроза, прочность, вязкость, мармелад, структурообразование.

Пастило-мармеладные изделия характеризуются студнеобразной структурой, которая обеспечивает содержанием высокомолекулярных веществ, способных в определенных условиях образовывать студни.

Текстурные свойства готового изделия обусловлены выбором того или иного студнеобразователя. Понятие текстуры подразумевает совместное рассмотрение консистенции и структуры. Консистенция характеризует плотность, прочность и вязкость изделия. Структура описывает спаянность, строение геля, а также его однородность. Она хорошо видна на его поверхности после разлома. Так, для пектиновых студней характерна мягкая, слегка затяжистая структура, а для агаровых – более жесткая со стекловидным изломом. Получение желаемой структуры изделия – это всегда влияние множества факторов, приводимых рецептурными компонентами.

Современный рынок сырья и ингредиентов для кондитерской промышленности создает все большие возможности для расширения ассортимента и создания новых видов изделий. Однако, необходимо учитывать специфику производства пастило-мармеладных изделий обусловленную процессом студнеобразования, который зависит от ряда факторов: температуры, рН-среды, присутствия сахарозы.

При разработке диетических изделий, не содержащих сахар, основная трудность заключается в том, что он является не только вкусовым компонентом и наполнителем, но и оказывает влияние на процесс студнеобразования. Так, высокоэтерифицированные пектины, применяемые при производстве мармелада, образуют студни только при содержании сахарозы 60 – 75%. Для образования агарового студня присутствие сахара не обязательно, но при внесении его в раствор, прочность студня повышается. Поэтому выбор сладкого компонента связан не только с его функциональным назначением, но и с технологическими особенностями производства.

Изучение закономерностей изменения структурно-реологических свойств при использовании новых ингредиентов позволяет регулировать структуру и качество готовых изделий. Ранее была изучена возможность применения комплекса из фруктозы и полидекстрозы в качестве сахарозаменителя в технологии пастило-мармеладных изделий на пектине [1,2]. Известно, что применение фруктозы при производстве желеинового мармелада на агаре приводит к снижению прочности студня и, следовательно, увеличению расхода студнеобразователя [3].

В данной работе рассмотрено влияние полидекстрозы на структурно-реологические свойства агаровых студней. В качестве объекта исследования был выбран мармелад "Южный", состоящий из желейного и сбивного слоев на агаре [4], в рецептуре которого производили замену сахара на фруктозу и комплекс из фруктозы и полидекстрозы. Соотношение фруктозы и полидекстрозы рассчитывали исходя из коэффициентов их сладости так, чтобы суммарный коэффициент был равен 1 и изделия имели сладость аналогичную изделиям на сахарозе. Результаты исследования структурно-реологических свойств желейных и сбивных масс представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структурно-реологические свойства желейных и сбивных масс

	Время достижения прочности 4,5 кПа, мин	Максимальная прочность, кПа	Вязкость, Па·с
Желейные массы			при $\gamma = 3\text{с}^{-1}$ ($t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Образец 1*	50	18	225,0
Образец 2	—	3,5	194,0
Образец 3	70	13	122,0
Сбивные массы:			при $\gamma = 5,4\text{с}^{-1}$ ($t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Образец 4	45	16	545,0
Образец 5	110	2	492,0
Образец 6	60	11	431,0

*Примечание: образец 1 – желейная масса на сахаре, образец 2 – желейная масса на фруктозе, образец 3 – желейная масса с комплексом из фруктозы и полидекстрозы, образец 4 – сбивная масса на сахаре, образец 5 – сбивная масса на фруктозе, образец 6 – сбивная масса с комплексом из фруктозы и полидекстрозы.

Вязкостные свойства желейных масс определяли на ротационном вискозиметре «Реотест-2», исследования проводились при температуре формирования масс $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости сдвига $3,0\text{--}27,0\text{ с}^{-1}$. После обработки результатов исследований построили кривые течения (рис. 1), из которых видно, что массы обладают стойкой структурой, разрушающейся только после создания определенного напряжения. С увеличением скорости сдвига вязкость масс уменьшается, а после полного разрушения структуры – остается практически постоянной.

Замена рецептурного количества сахара на фруктозу (образец 2) приводит к значительному снижению вязкости. Добавление полидекстрозы (образец 3), благодаря ее способности связывать воду и повышать вязкость растворов приводит к повышению вязкости мармеладной массы. Это в свою очередь обуславливает упрочнение студня, которое происходит в результате коагуляции студнеобразователя (агара) и образования пространственной сетки студня.

Прочность мармеладных изделий, позволяющая производить дальнейшие технологические операции, такие как формование, упаковка, определена экспериментально и составляет 4,5 кПа [5]. Из представленных данных (табл.1) следует, что наибольшей прочностью и скоростью структурирования обладают контрольные образцы 1 и 4 на сахаре, а наименьшей – образцы 2 и 5 на фруктозе. Замена части фруктозы полидекстрозой приводит к повышению прочности студня и сокращению времени структурирования.

Пенообразные сбивные массы представляют собой дисперсную систему, состоящую из ячеек, заполненных газом (как правило, воздухом) и отделенных друг от друга пленками дисперсионной среды – сахаро-белково-агарового золя, способного переходить в гель. Большинство пенообразных масс получают насыщением воздухом сахарно-фруктово-белковой смеси. В сбивном слое для 2-х слойного желейного

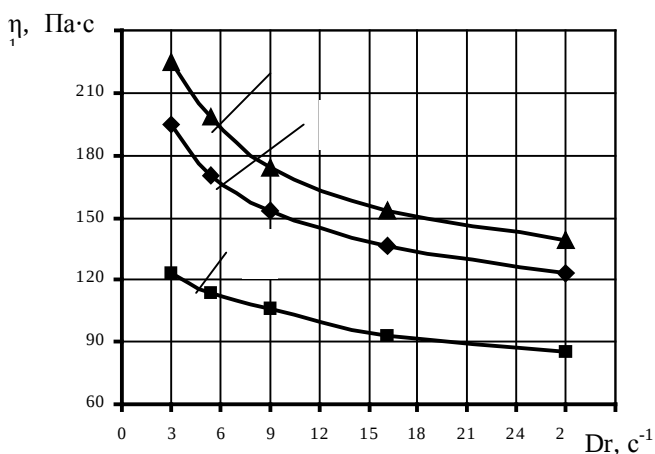


Рис. 1 Эффективная вязкость мармеладных масс на: 1- сахаре, 2 – фруктозе, 3 – фруктозе с полидекстрозой.

мармелада отсутствует фруктовая компонента, поэтому особенностью такой массы является сравнительно высокая вязкость и плотность.

Технология сбивной массы включает две стадии:

- стадию аэрации, на которой мармеладная масса насыщается пузырьками воздуха при взбивании.
- стадию выстойки, на которой масса приобретает достаточную прочность за счет процесса желирования дисперсионной среды.

В качестве пенообразователя для сбивных кондитерских изделий широко используют яичный белок. Его пенообразующая способность и стойкость пены оказывают существенное влияние на формирование структуры сбивных масс. Изучение влияния углеводной составляющей на функциональные свойства белков показало, что применение фруктозы вместо сахара повышает пенообразующую способность, понижая при этом стойкость пены. Пена, образованная белком с комплексом из фруктозы и полидекстрозы отличается большей устойчивостью и дисперсностью воздушных пузырьков, хотя пенообразующая способность при этом ниже чем у пены на сахаре.

При производстве сбивных масс важным показателем качества является их плотность. Она уменьшается в процессе аэрации, при котором происходит насыщение дисперсионной среды пузырьками газа, размеры которых колеблются в широких пределах, и разделение их, на более мелкие и однородные. Формирование и дальнейшее упрочнение сплошной фазы происходит в результате поверхностной денатурации белка, и при этом создается упругий каркас, масса теряет текучесть и приобретает определенные физико-химические свойства твердого тела. Содержащийся в растворе студнеобразователь позволяет зафиксировать пенную структуру и придать массе необходимую механическую прочность.

Изучение влияния различной продолжительности сбивания на плотность сбивных масс при постоянной температуре и интенсивности сбивания (рис. 2), показало, что наименьшего значения плотности 340 кг/м^3 достигает образец на фруктозе. Очевидно, это объясняется низкой вязкостью дисперсионной среды (рис. 1), а также повышенной пенообразующей способностью белка. Слабая прочность поверхностной пленки приводит тому, что масса не структурируется и пена разрушается.

Плотность образца с комплексом из фруктозы и полидекстрозы аналогична плотности контрольного образца на сахаре и составила $420...440 \text{ кг/м}^3$. Повышение вязкости дисперсионной среды при внесении полидекстрозы замедляет утоньшение стенок воздушных пузырьков, приводящее к их разрыву и коалесценции, повышая тем самым стойкость пены. Более низкая пенообразующая способность белка с комплексом сахарозаменителей приводит к незначительному увеличению продолжительности сбивания. Дальнейшее сбивание приводит к уменьшению объема пены. Вероятно, это происходит из-за поверхностной денатурации белка в результате абсорбции поверхностной энергии, которая аналогична тепловой денатурации и необратима. При этом пленка вокруг пузырьков теряет механическую прочность, и происходит разрушение ячеистой структуры.

Изучение структурно-реологических свойств мармеладных масс на агаре, доказало возможность производства диетического мармелада, по традиционной технологии не изменяя расход студнеобразователя и технологических параметров процесса.

Литература

1. Иоргачева Е.Г., Аветисян К.В. Полидекстроза – рецептурный компонент пастило-мармеладных изделий / Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Вип. 34 – Т.1. – О. – 2008. – С.227 - 230.

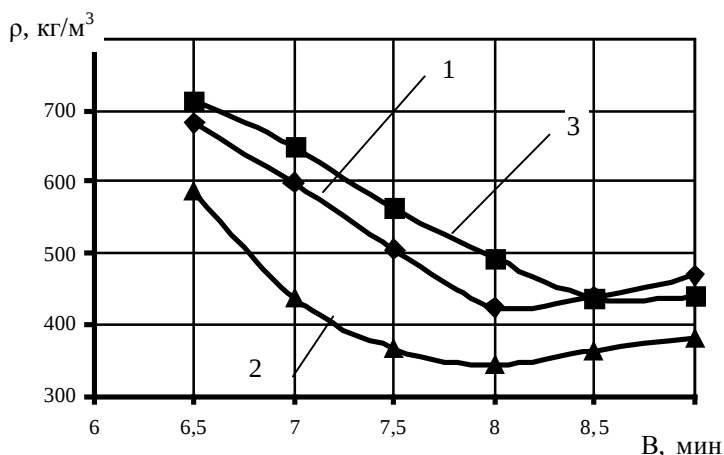


Рис. 2 Влияние продолжительности сбивания на плотность сбивных масс: 1 – сахар, 2 – фруктоза, 3 – фруктоза с полидекстрозой.

2. Пат. 28590 Україна МПК (2006)A23G3/00 A23L1/06. Композиція інгредієнтів для виробництва зефіру./ Е.Г. Иоргачева, К.В.Аветисян, С.И. Банова, А.В. Куц. - № u 2007 10215; Заявл. 13.09.2007; Оpubл. 10.12.2007,Бюл. №20.
3. Дорохович В.В. Фруктоза: новые технологии производства и актуальность применения в пищевой промышленности // Продукты & ингредиенты – 2006 – №1 – С. 14–16.
4. Сборник рецептов на мармелад, пастилу и зефир / Разраб. Во ВНИИКП. – Утв. отделом пищ. пром-ти Госагропрома СССР 29 декабря 1986 г. – М.
5. Карнаушенко Л.И., Погонцева Э.И., Чмырь А.Д. Реологические свойства жележных масс // Кондитерская и хлебопекарная промышленность– 1981 – №3– С. 41–42.

УДК 664.746.24:661.94

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ КЛЕЙКОВИННИХ БІЛКІВ БОРОШНА, ПІДДАНОГО ОЗОНУВАННЮ

Сафонова О.М., д-р техн. наук, професор, Холодова О.А., аспірант
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка,
м. Харків

Голота В.І., канд. фіз.-мат. наук, Шуліка О.Ю., інженер-дослідник
Національна академія наук України ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», м. Харків

Розглянуто питання, пов'язані з дослідженнями просторової структури клейковинних білків та зв'язок її з проявленнями пружно-пластичних і в'язкопластичних властивостей клейковини. Встановлено відмінності ІЧ-спектрів білків борошна, підданого озонуванню.

The issues concerning investigations on spatial structure of gluten proteins and its relation to manifestation of elastic-resilient and viscoplastic properties of gluten were considered. Differences in IR-spectra of flour proteins were determined.

Ключові слова: білки клейковини, просторова структура, інфрачервоні спектри.

Вступ. Унікальність властивостей білкового комплексу пшеничної клейковини зумовлена складом і властивостями поліпептидів, які входять до його складу. Щодо будови клейковини та сил, які стабілізують її специфічну структуру, прийнято уявлення, за якими різниця між клейковиною різної сили йде від різниці внутрішньої структури макромолекул білка на вторинному, третинному та четвертинному рівнях його організації, від щільності „упакування” його поліпептидних ланцюгів і міцності внутрішніх та міжмолекулярних зв'язків [1, 2,3].

Численні дослідження просторової структури білків і поліпептидів свідчать, що критерієм ступеня упорядкованості та стабільності білкової молекули є сукупність α -спіралей і β -структур [4].

Однак питання про зв'язок конформаційної структури запасних білків з проявленням в'язко-еластичних властивостей клейковини вивчено недостатньо. Не відпрацьовано єдиної думки про субмікроскопічну структуру білкових утворень клейковини.

Встановленню внутрішніх причин, від яких залежать реологічні властивості клейковинних білків (пружність, розтяжність, еластичність, зв'язаність), присвячено велика кількість фундаментальних і науково-практичних досліджень.

Вважають, що навіть невеликі зміни в характері взаємодіючих активних груп здатні різко змінити щільність упаковки макромолекул, а остання визначає собою властивості біополімеру: пружність, розтяжність, пластичність, хрупкість. При всякому посиленні взаємодії сусідніх макромолекул полімеру, шляхом збільшення щільності упаковки або поперечних містків головної валентності жорсткість усієї системи збільшується.

Дослідженнями спектрів ІЧ-поглинання білків клейковинного комплексу встановлено, що білки сильної клейковини характеризуються більш високим співвідношенням α -спіралей з жорсткою структурою до β -форм з більш пухкою структурою [2]. При цьому молекули сильної клейковини упаковані більш джгутоподібно, мають більш високу кількість α -структур з включенням потрібних α -спіралей і повільні конформаційні $\alpha \leftrightarrow \beta$ – переходи.

Дослідженнями авторів встановлено, що обробка слабого пшеничного борошна озono-повітряною сумішшю, сприяє помітній зміні клейковиною своїх реологічних властивостей в бік зростання пружнос-

ті, зниження розтяжності та розпливчастості. Напевне зазнає змін специфічна просторова структура макромолекул клейковинних білків.

Мета досліджень. Тому метою досліджень було порівняльне вивчення ступеню структурної упорядкованості клейковинного комплексу пшениці слабкої якості, а також клейковини з борошна, підданого озонуванню, методом ІЧ-спектроскопії.

Об'єкти та методи досліджень. Інфрачервона спектроскопія є одним з важливих сучасних методів ідентифікації хімічних сполук і вивчення будови молекул. Інтерпретація зсувів характеристичних частин і їхньої інтенсивності дозволяє пояснити вплив різних факторів на конформаційні зміни в макромолекулах біополімерів. З розходженнями у вузлах, утворених водневими зв'язками $O\cdots H-N$ -, або з різним ступенем взаємодії диполів – OCN^+ може бути пов'язане існування різних молекулярних форм білка (α -спіралей і β -форми). Розходження в інтервалах хвильових чисел для вторинних структур білкових макромолекул показані в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристики основних смуг ІЧ-поглинання білків [5]

Коливання	Структури з водневими зв'язками, cm^{-1}		Структури без водневих зв'язків, cm^{-1}
	α -спіраль	β -шар	
Амід А	3300-3290	3300-3280	близько 3400
Амід І	1660-1650	1630	1700-1680
Амід ІІ	1550-1540	1525-1520	менше 1520

Досліджено ІЧ-спектри клейковинних білків слабого пшеничного борошна з пружністю більше 120 од. ВДК, а також слабого борошна, обробленого озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 1 г/м^3 та тривалістю озонування 9, 18 та 27 хв. Дослідні зразки готували методом пресування таблеток з КВг [3].

Обговорення результатів експериментальних досліджень. Спектральні характеристики ІЧ-спектрів клейковини з добавками і без добавок в області $(3800-2600)\text{ см}^{-1}$, $(1900-1200)\text{ см}^{-1}$ та $(800-400)\text{ см}^{-1}$ наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Частотні положення (cm^{-1}) основних смуг ІЧ- спектрів поглинання білків клейковинного комплексу

Тривалість обробки борошна озono-повітряною сумішшю, хв	Амід І		Амід ІІ		Амід А	Інші смуги
	α -спіраль	β -шар	α -спіраль	β -шар		
0 (контроль)	1680	-	1540	-	3360	3080, 2965, 2690, 1460
9	1680	1650	1540	-	3350	3080, 2960, 1460, 460
18	1680	1640, 1610	1540	-	3310	3050, 2950, 2600, 1460, 460
27	1680	1640	1560	*	3290	3050, 2925, 2650, 1460, 460

* – замість смуги поглинання присутнє плече.

Наявність у борошна смуги поглинання 3360-3290 (Амід А) зумовлено валентними коливаннями групи NH білка. У борошна пшеничного обробленого озono-повітряною сумішшю під смуги поглинання Амід А знаходиться в області менших хвильових чисел та має меншу інтенсивність порівняно зі слабким

борошном. Окрім коливань Амід-А, широка смуга поглинання в інтервалі (3450...3200) см^{-1} свідчить про наявність міжмолекулярних водневих зв'язків.

Відомо, що гідроксильна група є дуже полярною та взаємодіє з будь-якими іншими молекулами, які тією чи іншою мірою поляризовані. Тому валентні коливання незв'язаної групи ОН можна спостерігати тільки у випадку дуже розведених розчинів в області (3700...3500) см^{-1} у вигляді вузької смуги. Зв'язана група ОН (валентні коливання) внаслідок утворення міжмолекулярних водневих зв'язків дає смугу поглинання (3450...3200) см^{-1} .

Інформацію про стан вторинної структури білкової молекули можуть давати смуги Амід І та Амід ІІ. Спектральні характеристики смуг поглинання Амід-І та Амід-ІІ дослідних зразків свідчать, що в слабкої клейковини максимуми поглинання відповідають поглинанню α -спіралей: 1680 см^{-1} і 1540 см^{-1} .

Спектральні характеристики зразків, оброблених озоно-повітряною сумішшю, показують, що з'являються нові смуги, відсутні в спектрах контрольного зразка. Додатково з'являється пік поглинання в області більш низьких частот (1650-1610 см^{-1}). Це свідчить про наявність у вторинній структурі їх макромолекул структур двох типів: α -спіралей та β -конформацій.

Деформаційні коливання групи NH (Амід ІІ) зазнають менш помітних змін. Лише у зразка, обробленого озоно-повітряною сумішшю протягом 27 хв з'являється плече, в області хвильових чисел, що відповідають коливанням пептидних зв'язків в β -конформації.

Окрім характеристичних смуг поглинання ІЧ-спектрів білків, у досліджуваних зразках можна відмітити інші області хвильових чисел максимумів поглинання. Збільшується пік при 460 см^{-1} ІЧ-спектру борошна, обробленого озоно-повітряною сумішшю, тоді як у контрольного зразка він відсутній. Ця характеристична смуга валентних коливань притаманна дисульфідним зв'язкам (максимум поглинання при 500-400 см^{-1}). Зазвичай дана смуга слабо ідентифікується. Автор стверджує, що «наличие полосы валентных колебаний S-S связи в области 500-400 см^{-1} достаточно хорошо установлено; однако учитывая малую энергию источников излучения в этой области спектра и большое количество рассеянного излучения, использовать указанную полосу (если только ее интенсивность не очень высока) можно лишь с большой осмотрительностью» [6]. Інші дослідники пов'язують виникнення даної смуги з позаплощинними коливаннями зв'язку C-N [7].

Якщо дотримуватися думки Л. Беллами, то виникнення досить інтенсивної смуги 460 см^{-1} у спектрі зразків, оброблених озоно-повітряною сумішшю, можливо пояснити утворенням додаткової кількості міжмолекулярних дисульфідних зв'язків у структурі макромолекули білка.

На підтвердження вищевикладеного необхідно провести додаткові дослідження фракційного складу клейковини, приділивши особливу увагу глютеліновій та проламіновій фракціям. Збільшення глютелінової фракції білків зумовлено утворенням додаткових міжмолекулярних дисульфідних зв'язків.

Висновки

Обробка борошна озоно-повітряною сумішшю призводить до розщеплення смуг поглинання Амід-І на низько- та високочастотні компоненти. Відмічені відмінності дають підставу для наступного припущення. Обробка озоном сприяє появі додаткових більш пухких β -шарів у вторинній структурі білкового комплексу клейковини. Ці шари фіксуються великою кількістю міжмолекулярних водневих зв'язків (згорнута α -форма пептидних ланцюгів утримується внутрішньо-молекулярними водневими зв'язками). З'являються піки поглинання у дослідних зразків борошна за 460 см^{-1} , а значить, утворюється значна кількість дисульфідних зв'язків. Все це упорядковує та зміцнює білкову молекулу.

Література

1. Конарев В.Г. Белки пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
2. Луцишина Е.Г. Изменчивость клейковинного комплекса в связи с качеством зерна пшеницы. Автореф. дис...докт. биол. наук. – К., 1992. – 32 с.
3. Шульц Г., Ширмер Р. Принципы структурной организации белков. – М.: Мир, 1982. – 354 с.
4. Химия пищи. Белки: структура, функции, роль в питании / Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. и др. Кн.1. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
5. Сузи Г. Инфракрасные спектры биологических макромолекул и модельных соединений // Структура и стабильность биологических макромолекул. – М.: Мир, 1973.-с. 481-573.
6. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: Издательство иностранной литературы., 1963. - 591 с.
7. Чиргадзе Ю.Н. Инфракрасные спектры и структура полипептидов и белков. М.: Наука, 1965. – 133 с.

УДК 664.66-021.4:635.24-021.632

ВПЛИВ ПОРОШКУ ТОПІНАМБУРА НА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Коркач Г.В., канд. техн. наук, доцент, Лебеденко Т.Є., канд. техн. наук, доцент,
Соколова Н.Ю. аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведено огляд функціональних продуктів, розглянуті питання впливу порошку топінамбуру на якість хлібобулочних виробів.

The review of functional products is resulted in work, the questions of influencing of powder are considered to topinamburu on quality of bakery wares.

Ключові слова: функціональні продукти, порошок топінамбуру, хлібобулочні вироби, тісто, здобні булочки, якість виробів, вологість, фізико-хімічні показники.

Інтегральним показником благополуччя людини є тривалість її життя. В Україні в теперішній час цей показник дуже низький в порівнянні з розвиненими країнами. Для виходу із цієї негативної ситуації українці повинні включати до свого раціону споживання функціональні біологічно активні добавки (БАД), асортимент яких постійно зростає не тільки в розвинених країнах, а і в Україні. Це один з ефективних чинників, який може практично вплинути на поліпшення якості життя людей. Зараз у світі дозволено випускати біля 300 біологічно активних добавок, з яких у нас в країні виготовляється лише невелика частина. Досягнення цивілізації, науково-технічний прогрес, соціальні проблеми призвели до того, що разом з продуктами харчування населення України отримує в середньому 2400 ккал замість рекомендованих 3400 ккал, тобто наш організм недоотримує крім 1/3 енергетичної цінності, ще і значну кількість есенціальних речовин. Одним із ефективних засобів усунення дефіциту незамінних компонентів у харчуванні людини та підвищення стійкості організму до несприятливих чинників навколишнього середовища є систематичне вживання продуктів харчування, збагачених комплексом біологічно активних добавок з широким спектром терапевтичної дії.

Такі збагачені продукти харчування називають функціональними (ФП) [1]. До ФП належать продукти, які позитивно впливають на здоров'я людини при їх регулярному вживанні в ефективних дозах. Окрім поживних харчових речовин (нутриєнтів), вони містять функціональні інгредієнти, які здійснюють біологічно важливий позитивний вплив на організм людини, що допомагає адаптуватися до впливу зовнішнього середовища, запобігти виникненню захворювань та передбачити передчасне старіння.

Споживчі властивості функціональних продуктів включають три складові: харчову цінність, смакові властивості, фізіологічну дію. Традиційні продукти характеризуються в основному тільки першими двома складовими. ФП можна розділити на натуральні, які від природи містять велику кількість фізіологічно функціональних інгредієнтів, і на ті, що володіють додатковими функціональними властивостями, внаслідок спеціальної технологічної обробки: видалення некорисних компонентів, концентрації функціональних інгредієнтів, збагачення додатковими БАД або комбінацією декількох прийомів.

До категорії ФП, таким чином, можуть бути включені:

— натуральні продукти харчування, що природно містять відповідні функціональні інгредієнти або їх групи (овес, ячмінь, соя, висівки, насіння льону, спіруліна, натуральні соки та ін.);

— натуральні продукти, в яких технологічно знижено вміст або вилучені шкідливі і антипоживні компоненти, які ускладнюють прояв фізіологічної активності їх функціональних інгредієнтів (продукти з пониженим вмістом хлориду натрію, сахарози, тваринних жирів, холестерину, протейногенних блокативів та ін.);

— традиційні продукти, додатково збагачені функціональними інгредієнтами за допомогою різноманітних технологічних прийомів (зернові, хлібобулочні, кондитерські, макаронні, молочні, м'ясні консервовані продукти, напої та ін., збагачені вітамінами, харчовими волокнами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами, пробіотичними і пребіотичними препаратами, фосфоліпідами, антиоксидантами, фізіологічно активними пептидами та іншими фітопрепаратами);

— природні або штучні продукти харчування, які в результаті використання комбінацій вище наведених способів набувають властивостей сприятливо впливати одна на одну (або декілька) фізіологічних функцій і метаболічних реакцій організму людини.

Включення в раціон харчування збагачених продуктів дозволить зберегти здоров'я сучасної людини, життя якої проходить в умовах стресу і негативних чинників антропогенного характеру. Тому функціональні продукти – це продукти ХХІ століття.

За останні роки було зроблено дуже багато наукових розробок, щодо збагачення різноманітних продуктів харчування різноманітними добавками, як рослинного, так і нерослинного походження.

Крім того, останнім часом стрімко змінюються смаки споживачів, які ставлять нові вимоги перед виробниками. Зростання турботи про здоров'я та купівельну спроможність населення, поява місцевих виробників, нових видів хлібобулочних та кондитерських виробів, розширення знань про виробництво нових видів продукції – збільшують попит на нові продукти. Ці вимоги задовольнити досить важко, використовуючи традиційну сировину та інгредієнти.

Слід відзначити внутрішні проблеми підприємств – подорожчання електроенергії та робочої сили, необхідність підвищення конкурентоспроможності готової продукції і, водночас, збільшення об'ємів її виробництва. Це змушує підприємство впроваджувати енергозберігаючі технології, оптимізовувати технологічний процес, розширювати асортимент продукції.

Використання нової нетрадиційної сировини та інгредієнтів допоможе у вирішенні багатьох з вище перелічених проблем, які стоять перед виробниками [2].

Традиційно, у раціон харчування населення України входять значна частина страв із зернових та круп'яних культур, а також овочів. Хліб – один із найважливіших продуктів харчування. Природа заклала в пшеничне і житнє зерно комплекс життєво необхідних харчових речовин: білків, вуглеводів, жирів, вітамінів і мінеральних сполук. Незважаючи на деяке зниження вживання хлібних виробів, для населення України хліб і досі лишається одним з найважливіших продуктів харчування, покриваючи більше 30 % потреби організму в калоріях, на третину – в білках, більш ніж наполовину – у вітамінах групи В, солях фосфору та заліза. У хліба багато переваг: він ніколи не приїдається, його споживають всі, щоденно і протягом всього життя. Висока засвоюваність хліба пов'язана з особливостями його хімічного складу і доступністю речовин, що входять до його складу. Білки хліба знаходяться в денатурованому вигляді, крохмаль – клейстеризований, жир – у складі емульсії або в комплексі з білками, вуглеводами та іншими компонентами, харчові волокна – у сильно набухломому та розм'якшеному стані. Такий стан речовин робить їх доступними для дії ферментів шлунково-кишкового тракту. М'яка консистенція дозволяє легко і повністю здрибнювати хліб, роблячи його доступним для травних соків.

У даній роботі використовували в якості харчової добавки порошок із топінамбуру. Цей порошок одержано методом активаційного сушіння, при якому зберігається весь комплекс вітамінів, макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, які входять до складу сировини.

Клубні топінамбуру містять (18,1...24,0) % сухих речовин, основна маса яких складається з вуглеводів, переважно фруктозанів. Найбільш цінним серед них є інулін – полісахарид поліфруктового типу. Інулін здатний розщеплюватися до фруктози, яка не викликає підвищення вмісту сахарози в крові. Тому виробі із топінамбура можна використовувати при лікуванні цукрового діабету та ожиріння. Інулін і пектин, що містяться в бульбах топінамбура, виводять з організму солі важких металів, токсини, радіонукліди, холестерин високої густини, що обумовлює його антисклеротичну, жовчо- та сечогінну дію. Інулін, відомий також як біогенний фактор, сприяє росту природної мікрофлори кишечника при різноманітних захворюваннях, пов'язаних з дисбактеріозом. В останні роки сибірськими вченими в інституті клінічної імунології СОРАМН отримане підтвердження про вплив препаратів з топінамбуру на клітинний ланцюг імунної системи. Концентрат топінамбура є природним імуномодулятором, що не має аналогів, властивості якого в повній мірі ще не розкриті. Слід відзначити, що введення топінамбуру до їжі здійснює сприятливий вплив на організм людини при стресах, спадку фізичних сил, сприяє покращенню зору. До мінерального складу топінамбуру входять основні, необхідні для організму людини елементи (К, Са, Р, Mg, Cu, Zn, Fe, вітаміни групи В, С, бета-каротин). Топінамбур має низький коефіцієнт накопичення токсичних речовин (нітратів, важких металів, радіонуклідів); не чинить місцевої та загальної токсичної і алергічної дії.

Об'єктами дослідження в роботі були порошок топінамбуру як хлібопекарська добавка, тісто для хліба і здобних булочок, яке виготовлялось безопарним способом з додаванням порошку із топінамбура з різною масовою часткою, а також готові вироби.

У ході роботи вивчили вплив порошку топінамбура на якість готових хлібобулочних виробів і одержали наступні показники, які наведені в табл. 1 і 2.

За отриманими даними питомий об'єм виробів з різним вмістом добавки майже не відрізняється від контрольного зразку, але спостерігається незначна тенденція збільшення питомого об'єму зі збільшенням вмісту порошку із топінамбура.

На формостійкість порошок топінамбура теж має позитивний вплив.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники хліба з порошком топінамбура

Показники	Контроль	Масова доля порошку з топінамбура, %		
		2,5	3,5	4,5
1. Питомий об'єм, см ³ /кг	2,8	2,82	2,81	2,84
2. Формостійкість, Н/Д	0,4	0,46	0,53	0,54
3. Пористість, %	72	72,32	72,54	72,83
4. Вологість, %	42,1	42,3	42,41	42,56
5. Кислотність, град	3,2	3,5	3,65	3,8
6. Кришкуватість, %	15,9	15,8	15,5	15,3

Пористість хліба з порошком топінамбура (табл. 1) зростає наступним чином: при внесенні порошку топінамбура в кількості 2,5 % пористість зростає на 0,44 %; у кількості 3,5 % – на 0,75 %; 4,5 % – на 1,15 % у порівнянні з контрольним зразком.

Зростає також і кислотність виробів при внесенні порошку у кількості 2,5 % – 9,3 %; 3,5 % – на 14,06 %; 4,5 % – на 18,75 % у порівнянні з контрольним зразком.

Кришкуватість виробів зменшується при внесенні порошку у кількості 2,5 % на 0,63 %; 3,5 % – на 2,52 %; 4,5 % – на 3,77 % у порівнянні з контрольним зразком.

Позитивний вплив досліджуваної добавки на якість готових виробів можна пояснити її хімічним складом, а саме наявністю легкодоступних вуглеводів, цінним вітамінним та мінеральним складом, що позитивно впливає на стан дріжджових клітин і молочнокислих бактерій та інтенсифікує процеси дозрівання тіста.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники здобних виробів з порошком топінамбура

Показники	Контроль	Масова доля порошку з топінамбура, %		
		2,50	3,50	4,50
1. Питомий об'єм, см ³ /кг	3,1	3,17	3,23	3,25
2. Пористість, %	67,9	68,06	68,24	68,37
3. Вологість, %	39,8	40,4	40,9	41,01
4. Кислотність, град	3,1	3,45	3,5	3,7
5. Кришкуватість, %	15,9	15,8	15,8	15,9

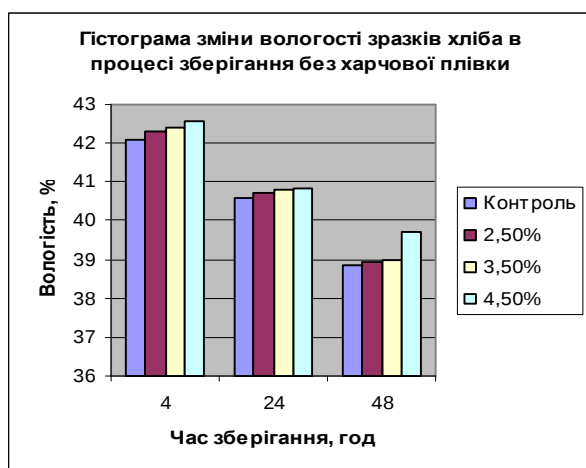
Аналогічно впливає порошок з топінамбуру і на властивості здобного тіста та якість готових виробів. Питомий об'єм здобних виробів (табл. 2) з різними масовими частками добавки майже не відрізняється від контрольного зразку. Пористість готових здобних виробів з порошком топінамбура зростає на 0,24; 0,5 та 0,69 % при внесенні відповідно 2,5; 3,5 і 4,5 % добавки у порівнянні з контрольним зразком. Кислотність здобних виробів при внесенні порошку у кількості 2,5 % зростає на 11,3 %; у кількості 3,5 % – на 12,9 %; у кількості 4,5 % – на 19,4 % у порівнянні з контрольним зразком.

Також у процесі проведення досліджень визначали зміну вологості готових зразків з різним вмістом порошку топінамбура при зберіганні в харчових плівках та без них.

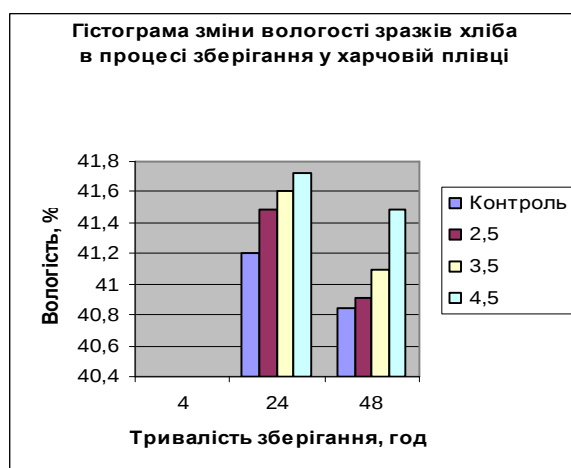
Усихання – це процес перерозподілу вологи з внутрішнього шару м'якушки в зовнішні шари і скоринку, і випаровування її через неї. При зберіганні вологість значно зменшується за рахунок видалення вологи. Величина усихання залежить від наступних зовнішніх чинників: температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в приміщенні, де зберігаються зразки. Чим нижче температура повітря, тим менш інтенсивно йде усихання. Чим вище відносна вологість повітря, тим повільніше повинне йти усихання. Підвищення швидкості повітря сприяє зниженню втрати на усиханні.

При черствінні в першу чергу відбувається зміна стану крохмалю. У свіжих виробих крохмаль знаходиться в аморфному стані в білковій структурі. При зберіганні крохмаль віддає вологу і переходить у кристалічний стан, зменшується в об'ємі, між білками і зернами крохмалю з'являються повітряні прошарки, і м'якушка стає крихкою. Вода, що виділяється крохмалем, частково утримується білками, частково насичує повітряні прошарки, що утворилися, внаслідок чого кірка розм'якшується. Уповільнення черствіння і зменшення усихання виробів досягаються упаковкою в парафінований папір, целофан, поліетилен і комбіновані матеріали. Тому для зберігання досліджуваних зразків використовували харчову плівку. У роботі досліджували зміну фізико-хімічних властивостей випечених виробів у процесі зберігання їх в харчовій плівці протягом 2 діб. Експерименти проводилися через 4, 24 та 48 годин.

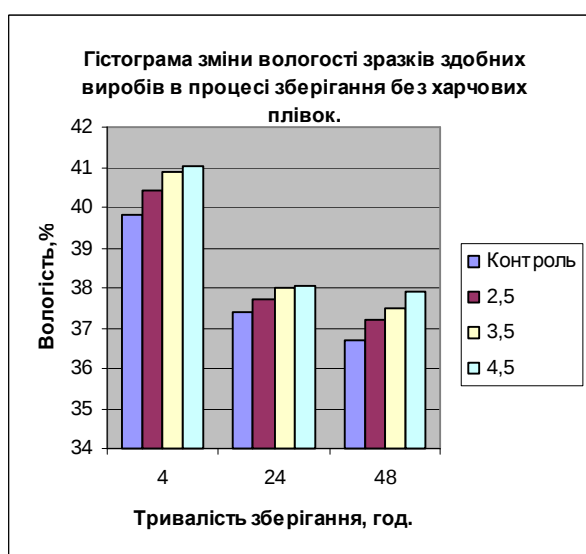
Результати дослідження впливу порошку топінамбура на зміну вологості хліба і здобних булочок приведені на графіках (гістограмах) 1, 2, 3, 4.



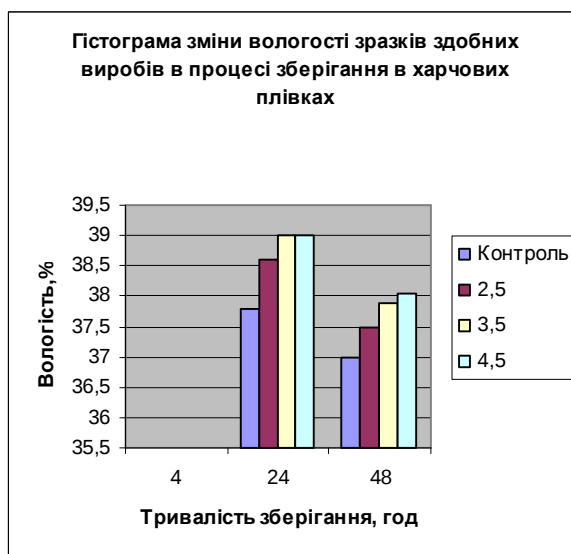
1



2



3



4

Як видно з наведених даних, у контрольному зразку зменшення вологості відбувається інтенсивніше, ніж у зразках з додаванням порошку топінамбура. Кришкуватість виробів з добавками теж зменшується. Це свідчить про те, що добавка, яка додається, подовжує терміни зберігання хлібобулочних виробів. Поясненням може бути те, що добавка порошку топінамбура містить пектинові речовини, які добре утримують вологу у зразках. Крім того вологість зменшується повільніше, якщо вироби зберігаються у харчовій плівці.

Таким чином, проведений комплекс досліджень показав, що використання порошку топінамбура в технології хлібобулочних виробів в якості харчової добавки доцільне і ефективне. Вона позитивно впливає на хід технологічного процесу, інтенсифікуючи бродіння, покращує якість хлібобулочних виробів, надає їм функціональної направленості, а також подовжує терміни збереження свіжості.

Література

1. Продукты функционального питания и экструзия / Г.О. Магомедов, А.Ф. Брехов, Л.Н. Шатнюк, Е.Г. Окулич-Казарин. – Пищевая промышленность. – №2. – 2004. – С.84-86.
2. Куликова М. Збагачення хлібобулочних виробів добавками функціонального призначення // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – №5. – 2006. – С.44-47.

УДК 664.665:664.661

ВИКОРИСТАННЯ ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ «ГЛЮКОРН-100» У ПРИСКОРЕНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Лисюк Г.М., д-р техн., наук, професор, Олійник С.Г., канд. техн. наук, доцент,
Кравченко О.І. аспірант

Харківський державний університет харчування та торгівлі
Карпенко П.О, д-р мед. наук, професор
Київський національний торговельно-економічний університет

Статтю присвячено обґрунтуванню використання дієтичної добавки "Глюкорн-100" для виготовлення пшеничного хліба прискореним способом. Визначено технологічні параметри приготування хліба за новою технологією. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба з дієтичною добавкою та інтегральний скор вітамінів в ньому.

The article lays the ground for the use of the dietary addition "Glyukorn-100" for accelerated wheat bread preparation. The technological parameters of the new bread production technology are determined. The organoleptical and physico-chemical characteristics of the bread with dietary addition and integral score of vitamins in it are investigated.

Ключові слова: прискорена технологія, дієтична добавка «Глюкорн-100», показники якості, інтегральний скор.

Останніми роками у хлібопекарській промисловості все більшої популярності набуває використання прискорених технологій приготування хлібобулочних виробів. Інтерес до них пояснюється скороченням виробничих площ, гнучкістю технологічного процесу, можливістю швидкої зміни асортименту та збільшення об'ємів виробництва за рахунок скорочення його тривалості. Поряд з цим більшість прискорених способів приготування хліба мають деякі недоліки. Так, збільшення дозування дріжджів і використання дорогих імпортованих харчових добавок, без яких отримати вироби високої якості практично не можливо, призводить до підвищення собівартості продукції. Крім того, до складу більшості добавок, що застосовуються у технологічному процесі, поряд з натуральними входять і синтетичні компоненти, тоді як тенденції сьогодення спрямовані на використання природних компонентів під час виготовлення харчових продуктів, в тому числі і хліба.

У цьому зв'язку нами запропоновано для розробки прискореної технології пшеничного хліба використовувати натуральну дієтичну добавку «Глюкорн-100», яка отримана із зародків пшениці і є цінним джерелом вітамінів, мінеральних речовин та амінокислот. Добавка розроблена спеціалістами КП «Білоцерківхлібпродукт» (м. Біла Церква) та інститутом екології та токсикології ім. Л.І. Медведя (м. Київ) та рекомендована для безпосереднього вживання як загальнозміцнюючий засіб.

На кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів ХДУХТ проведено ряд досліджень в ході яких розроблені опарна і безопарна технології пшеничного хліба підвищеної харчової цінності з використанням дієтичної добавки «Глюкорн-100» у кількості (4...8) % до маси борошна [1]. Досвід попередніх досліджень показав, що поряд з підвищенням вмісту вітамінів, використання добавки дозволяє поліпшити органолептичні та фізико-хімічні показники виробів, а також інтенсифікувати процеси дозрівання тіста. Було визначено, що її застосування у дослідному інтервалі призводить до покращення технологічних властивостей пресованих хлібопекарських дріжджів, а саме – поліпшення показника їх підйомної сили на (13,0...16,7) % та осмочутливості – на (48...50) %.

Ці результати були покладені в основу під час розробки прискореної технології хліба з використанням дієтичної добавки «Глюкорн-100». За прототип була обрана відома прискорена технологія, яка здійснюється наступним шляхом: замішування тіста протягом 20 хв, формування тістових заготовок, вистоювання їх протягом 60 хв та випікання [2]. Визначали раціональну кількість дослідної добавки і пресованих хлібопекарських дріжджів в рецептурі за органолептичними, фізико-хімічними показниками готових виробів та інтегральним скором вітамінів в хлібі. Також досліджували вплив тривалості вистоювання на якість хліба з дослідною добавкою.

Під час обґрунтування раціональної концентрації дієтичної добавки її дослідний інтервал складав (4...10) % до маси борошна. Добавку вносили на стадії замішування тіста у вигляді суспензії з водою. Кількість дріжджів становила 5,0 % до маси борошна. Формування тістових заготовок, їх вистоювання і

випікання здійснювалися за технологією прототипу. Результати визначення органолептичних і фізико-хімічних показників якості дослідних і контрольних зразків наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Показники якості хліба з дієтичною добавкою «Глюкорн-100»

Найменування показників якості хліба	Значення показників якості хліба				
	без добавки (контроль)	з дієтичною добавкою «Глюкорн-100», % до маси борошна			
		4	6	8	10
Органолептичні показники якості					
Стан поверхні, форма	Правильна форма, без підри-вів і тріщин	Правильна форма, без підривів і трі-щин			Розпливчаста форма з тріщинами на скоринці
Колір скоринки	Біла скоринка	Світло-коричневий			Коричневий
Стан м'якушки	Еластична м'якушка з добре розвинутою, одно-рідною пористістю	Більш еластична м'якушка з добре розвинутою, тонкостінною, однорід-ною пористістю та жовтуватим ко-льором			Менш еластична м'якушка жовтого ко-льору з неоднорідною пористістю з пустотами
Смак та запах	Характерний виробу	Характерний виробу з легкими при-ємними присмаком та запахом добав-ки			Виражений гіркуватий присмак та спиртовий запах добавки
Фізико-хімічні показники якості					
Кислотність, град	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6
Вологість, %	41,0	41,0	41,5	42,0	42,5
Пористість, %	68	72	74	76	70

Як свідчать наведені дані, хліб з «Глюкорн-100» у кількості (4...8) % до маси борошна відрізняється кращим станом поверхні, інтенсивнішим забарвленням скоринки і кращим станом м'якушки порівняно з контрольним зразком. Крім того, ці зразки хліба набувають приємного смаку та аромату добавки. Позитивний вплив добавки на якість хліба підтверджується також і результатами визначення його фізико-хімічних властивостей. Кислотність виробів з добавкою у кількості (4,0...8,0) % до маси борошна на (17,0...35,0) % вища, ніж у контрольних зразках хліба, що є позитивним для виробів, виготовлених за прискореною технологією. Вологість готових виробів залишається без змін, а пористість зростає на (6...12) %. Використання 10 % дослідної добавки до маси борошна призводить до отримання виробів з незадовільними споживчими властивостями, що стало передумовою для виключення вказаної кількості добавки з дослідного інтервалу.

Про підвищення харчової цінності судили за інтегральним скором вітамінів у хлібі з «Глюкорн-100» у ін-тервалі (4...8) % до маси борошна. Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Інтегральний скор вітамінів з дієтичною добавкою «Глюкорн-100»

Найменування вітамінів	Добова норма, мг	Інтегральний скор вітамінів у хлібі			
		без добавки (контроль)	з дієтичною добавкою «Глюкорн-100», %		
			4	6	8
Вітамін Е	15,0	13,3	18,1	21,2	25,9
Вітамін В1	1,6	8,6	12,6	15,3	19,2
Вітамін В6	2,0	7,6	8,8	9,5	10,6
Вітамін РР	22,0	5,7	7,0	7,9	9,2
Біотин	0,15	0,6	2,6	4,0	6,0
Пантотенова кислота	10,0	0,3	0,8	1,1	1,5
Каротиноїди	0,7	-	6,2	10,4	16,5

Представлені результати свідчать про суттєве підвищення в хлібі з добавкою вмісту вітамінів Е, РР, біотину, групи В. Слід відмітити присутність у хлібі з добавкою значної кількості каротиноїдів, тоді як хліб без добавки не містить їх взагалі.

Отже, для розробки прискореної технології хліба рекомендовано використовувати дієтичну добавку «Глюкорн-100» у кількості (4...8) % до маси борошна.

Визначення необхідної кількості пресованих хлібопекарських дріжджів для нової технології здійснювали з урахуванням наведених у літературних джерелах даних [2, 3] і виробничого досвіду виготовлення хлібобулочних виробів за прискореними технологіями на хлібопекарських підприємствах м. Харкова. Кількість пресованих дріжджів в цій серії експериментів складала (4...6) % до маси борошна. Дієтичну добавку вносили у кількості 6 % до маси борошна.

Показники якості хліба, виготовленого з різною кількістю дріжджів з додаванням добавки та без неї наведені в табл. 3, з якої видно, що всі дослідні зразки хліба з дієтичною добавкою мали гарний стан поверхні, колір скоринки, добре розвинуту пористість, тоді як контрольні зразки мали близькі показники якості тільки при використанні (5 і 6) % дріжджів до маси борошна.

Таблиця 3 – Вплив кількості хлібопекарських дріжджів на показники якості хліба з дієтичною добавкою «Глюкорн-100»

Найменування показників якості хліба	Значення показників якості хліба					
	без добавки (контроль)			з дієтичною добавкою «Глюкорн-100» у кількості 6% до маси борошна		
	Кількість дріжджів у зразках, % до маси борошна					
	4	5	6	4	5	6
Органолептичні показники якості						
Стан поверхні, форма	Правильна форма з незначними підривами та тріщинами	Правильна форма, без підривів і тріщин без глянце		Правильна форма, без підривів і тріщин		
Колір скоринки	Скоринка бліда			Світло-коричневий		
Стан м'якушки	Однорідна, слабо розвинута пористість	Еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю		Еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною, тонкостінною пористістю та жовтуватим кольором		
Смак та запах	Характерний виробу	Виражений запах дріжджів		Приємний присмак та запах добавки		Виражений запах дріжджів
Фізико-хімічні показники якості						
Кислотність хліба, град	1,5	1,7	1,7	2,0	2,2	2,2
Вологість, %	41,0	41,0	41,0	42,0	41,5	42,0
Пористість, %	65	68	72	70	74	76

Дозування пресованих хлібопекарських дріжджів у максимальній кількості 6 % до маси борошна надає неприємного дріжджового присмаку як у контрольному так і у дослідному зразках, хоча пористість виробів з такою кількістю дріжджів найкраща.

Отже, раціональною кількістю хлібопекарських пресованих дріжджів для прискореної технології хліба обрано (4...5) % до маси борошна.

З метою визначення раціональної тривалості вистоювання тістових заготовок, виготовлених з додаванням дієтичної добавки «Глюкорн-100», сформовані тістові заготовки вистоювали протягом (60...80) хв за температури 37 °С. Про вплив тривалості вистоювання на якість хліба, як і у попередніх експериментах, судили за органолептичними і фізико-хімічними показниками якості (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив тривалості вистоювання тістових заготовок на показники якості хліба з дієтичною добавкою «Глюкорн-100»

Найменування показників якості хліба	Значення показників якості хліба					
	без добавки (контроль)			з дієтичною добавкою «Глюкорн-100» у кількості 6% до маси борошна		
	Тривалість вистоювання, хв					
	60	70	80	60	70	80
Органолептичні показники якості						
Стан поверхні, форма	Правильна форма, без підривів і тріщин		Розпливчата форма з незначними тріщинами на поверхні	Правильна форма, без підривів і тріщин		Розпливчата форма з незначними тріщинами на поверхні
Колір скоринки	Скоринка бліда			Світло-жовтий		
Стан м'якушки	Еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю		Неоднорідна, крупна пористість	Більш еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю та жовтуватим кольором		Неоднорідна, крупна пористість
Смак та запах	Характерний виробу			Приємний присмак та запах добавки		
Фізико-хімічні показники якості						
Кислотність хліба, град	1,7	1,8	2,0	2,0	2,4	2,6
Вологість, %	41,0	41,2	41,4	41,5	42,0	42,0
Пористість, %	68	72	70	74	76	72,0

Готові вироби з дієтичною добавкою за тривалості вистоювання (60...70) хв мали високі органолептичні фізико-хімічні показники якості. Слід зазначити, що титрована кислотність дослідних зразків значно вища, ніж у контрольних. Вже після 60 хв вистоювання її величина дорівнювала такій у контрольного зразка, який вистоювався протягом 80 хв. Пористість виробів з добавкою за тривалості вистоювання (60...70) хв покращуються на (8...11) % в порівнянні з хлібом без добавки. Підвищення тривалості вистоювання до 80 хв призводить до одержання хліба розпливчатої форми з неоднорідною крупною пористістю як з добавкою так і без неї.

Таким чином, для приготування хліба за прискореною технологією при використанні дієтичної добавки «Глюкорн-100» рекомендовано вистоювати тістові заготовки протягом (60...70) хв.

Висновки

1. Обґрунтовано перспективність використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» у прискореній технології хліба з пшеничного борошна.
2. За результатами визначення органолептичних і фізико-хімічних показників якості хліба визначено рецептурну кількість дослідної дієтичної добавки і хлібопекарських пресованих дріжджів у новій технології, які склали (4...8) % і (4...5) % до маси борошна відповідно, а також тривалість вистоювання у інтервалі (60...70) хв.
3. Використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» у прискореній технології хліба дозволяє підвищити інтегральний скор вітамінів в ньому.

Література

1. Лисюк Г.М. Олейник С.Г., Кравченко Е.И., Карпенко П.А. Использование диетической добавки «Глюкорн-100» для повышения пищевой ценности пшеничного хлеба // Питание и общество – 2007. - №11. – С24-25.
2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарного виробництва. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.
3. Цыганова Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий. – М.: «Академия», 2008. – 440 с.

УДК 664.681.14:664.641.19

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТОЛИЗА ЗЕРНА ОВСА И ЯЧМЕНЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Румянцева В.В., канд. техн. наук, доцент, Орехова Д.А., аспирант
Орловский Государственный Технический Университет, Россия, г. Орел

В статье представлены результаты исследования влияния продуктов ферментативного гидролиза зерна овса и ячменя на качественные показатели затяжного печенья. Рекомендовано применение продуктов ферментативного гидролиза зерна овса и ячменя при производстве мучных кондитерских изделий взамен муки пшеничной в количестве до 20-25 %.

The article contains results of investigation of influence the products of fermentation oats and barley on qualities of biscuits. Application the products of fermentation oats and barley is recommended by manufacture of confectionary products instead of flour wheaten in quantity to 20-25 %.

Ключевые слова: продукты ферментативного гидролиза зерна овса и ячменя, качественные показатели, оптимальные дозировки, структурно-механические свойства теста, ход технологического процесса, качественные показатели готового печенья.

В Орловском Государственном Техническом Университете были разработаны рецептуры и технология приготовления продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» (ТУ 9295-208-020690362006), зерна ячменя – «Целебник» (ТУ 9295-211-020690362006). Данные продукты отличаются высокой пищевой ценностью, содержат (г/100 сухого вещества): углеводов 67,73-70,89; в том числе крахмала 39,91-52,59; белков 9,37-9,35; жиров 6,78-2,64, богатым витаминным (в частности токоферолом – 2,0-2,07) и минеральным составом, содержат такие пищевые волокна как: клетчатку 9,44-4,63; β-глюкан 1,12-2,42; геммицеллюлозу 6,5-10,5; пектин 2,80-2,07. Использование этих продуктов при производстве печенья является целесообразным, так как позволит повысить его пищевую ценность [1].

Целью данных исследований являлось изучение влияния полученных продуктов на показатели качества полуфабрикатов и готового затяжного печенья. В рамках поставленной цели решали следующие задачи:

исследовать влияние продуктов ферментативного гидролиза на показатели качества полуфабрикатов при производстве затяжного печенья – тесто;

исследовать влияние продуктов ферментативного гидролиза на динамику технологического процесса производства печенья;

исследовать влияние продуктов ферментативного гидролиза на показатели качества затяжного печенья;

На первом этапе считали целесообразным исследовать влияние продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» на качественные показатели полуфабрикатов при производстве затяжного печенья – тесто, т.к. оно непосредственно влияет на ход технологического процесса и качество готовых изделий.

Исследования влияния продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» на структурно-механические и реологические свойства теста проводили на приборах фирмы «Brabender» и «Структурометр СТ-1».

В качестве контрольного образца использовали печенье, приготовленное по унифицированной рецептуре затяжного печенья «Волжская смесь» [3], а в качестве экспериментальных выступали образцы с заменой от 5 до 25 % пшеничной муки высшего сорта продуктами ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник по сухому веществу (с шагом 5 %).

В ходе исследований установили, что с увеличением дозировки продуктов ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» происходит сокращение времени приготовления теста в среднем на 12 %, увеличение показателя разжижения на 12,5 % и уменьшение валориметрического числа на 5,4 %, адгезия теста увеличивается незначительно, в среднем на (2,5-3) %, в то время как пластичность теста увеличивается в среднем на (23-25) % по сравнению с контрольным образцом.

Сокращение времени приготовления теста для затяжного печенья можно объяснить тем, что в состав продуктов ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» входят пентозаны, декстрины, моносахара, слизи, пектин, β-глюкан, целлюлоза, геммицеллюлоза и водорастворимые белки которые обладают более высокой водопоглощательной способностью, по сравнению с белками муки, это приводит к более

быстрому распределению и связыванию влаги, что ускоряет процесс образования теста [2]. Увеличение пластичности объясняется тем, что продукты ферментативного гидролиза обладают более высокой водопоглотительной способностью по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта, т.е. конкуренцией за свободную влагу, вследствие чего белки клейковины набухают не полностью.

Увеличение адгезионных свойств затижного теста связано с тем, что с увеличением дозировок продуктов ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» происходит увеличение адсорбционно связанной влаги, что приводит к увеличению липкости теста.

Проанализировав полученные экспериментальные данные, сделали вывод о том, что оптимальными дозировками для затижного печенья являются замена 20 и 25 % пшеничной муки высшего сорта продуктами ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» соответственно.

На следующем этапе исследовали влияние продуктов ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» на показатели качества готового печенья: влажность, массовая доля жира и сахара, щелочность и намокаемость. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Исследование влияния различных дозировок продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» на качественные показатели печенья

Наименование образца Требования ГОСТ 24901 – 89	Массовая доля влаги, %	Массовая доля сахара, %	Щелоч- ность, град	Массовая доля жира, %	Намокае- мость, %	Прочность, Н
Контроль	6,1	15,5	1,5	11,42	181,0	57,2
20 % «Живица»	6,3	16,1	1,4	11,87	220,0	55,4
25 % «Целебник»	6,1	16,4	1,5	11,64	235,0	54,8

Как видно из представленных в таблице 1 данных, такие качественные показатели, как влажность и щелочность у экспериментальных образцов не изменяются, массовая доля жира увеличивается на 3,42 – 1,92 % по сравнению с контролем. Увеличение содержания жира можно объяснить тем, что продукты ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» содержат 6,78-2,64 г/100СВ липидов. Массовая доля сахара увеличивается на (3,87-5,80) % по сравнению с контролем. Увеличение содержания сахара можно объяснить тем, что продукты ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» содержат 6,99-7,98 г/100 СВ сахаров.

Исследование влияния продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» на структурно-механические показатели затижного печенья определяли по таким показателям как намокаемость и прочность. Чем выше намокаемость, тем лучше потребительские свойства затижного печенья и его усвояемость. Результаты исследований показали, что при замене пшеничной муки высшего сорта продуктами ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник» происходит увеличение намокаемости на (21,54-29,83) % и уменьшение прочности в среднем на 3,15 % по сравнению с контрольным образцом. Увеличение намокаемости затижного печенья, в которых пшеничная мука высшего сорта заменена продуктами ферментативного гидролиза «Живица» и «Целебник», происходит за счет увеличения пористости. Пористость увеличивается за счет снижения качества и количества клейковины и прочности клейковинного каркаса, в связи, с чем разрыхление тестовых заготовок при выпечке происходит более интенсивно, что приводит к увеличению пористости. Как известно при хорошей пористости движение воды по капиллярам печенья усиливается, и печенье намокает более интенсивно.

Снижение прочности затижного печенья связано с повышением пористости и рассыпчатости, а следовательно, и хрупкости изделий, что приводит к уменьшению силы, которой необходимо для разрушения изделий.

Для исследования органолептических показателей качества затижного печенья была проведена дегустация. Органолептическую оценку затижного печенья проводили согласно шкале балльной оценки. По данным дегустации можно сделать вывод о том, что по внешнему виду, запаху и разжевываемости исследуемые образцы превосходят контроль на один балл.

Таким образом, проанализировав полученные экспериментальные данные, установили, что применение продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» при производст-

ве зтяжного печення позволяет улучшить качественные показатели полуфабрикатов и готовых изделий. Замена пшеничной муки высшего сорта этими продуктами позволит существенно повысить пищевую ценность изделий, т.к. они обладают высоким содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. Также применение продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» позволит сократить продолжительность технологического процесса производства печення и расширить ассортимент мучных кондитерских изделий.

Выводы

1. Результаты исследований показали, что замена 20 и 25 % пшеничной муки высшего сорта продуктами ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» улучшают качественные показатели зтяжного теста;
2. Применение продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» при производстве зтяжного печення позволяет сократить технологический процесс, в среднем, на 12 %;
3. При использовании продуктов ферментативного гидролиза зерна овса – «Живица» и зерна ячменя – «Целебник» улучшаются органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели качества готового печення.

Литература

1. Бурых Н.И., Производство крекера и зтяжного печення [Текст] / Н.И. Бурых, М.А. Телейсник. – АгроНИИТЭИП. 1988. – 25 с.
2. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий [Текст] : учебник для вузов / А. В. Зубченко. – Воронеж. Гос. технол. акад. – 1997. – 416 с.
3. Сборник технологических инструкций и рецептов на печенье, галеты и вафли [Текст] / : Выпуск 9 Центросоюз, Главпищепром. – М. : Б.И., 1989. - ч. 5. - С. 72-90.

УДК 664.681

ВПЛИВ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДОБАВОК НА ПОЛІПШЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ВАФЕЛЬ

Сирохман І.В., д-р техн. наук, професор, Лебединець В.Т., доцент
Львівська комерційна академія, м. Львів

Досліджено жирнокислотний склад жирів нових видів вафель. Встановлено доцільність використання добавок нетрадиційної сировини у рецептурі вафель з метою поліпшення їх біологічної цінності.

Girnocislonty composition of fats of new types of waffles is explored. Expedience of the use of additions of untraditional raw material is set in compounding of waffles with the purpose of improvement of their biological value.

Ключові слова: вафлі, жири, жирнокислотний склад, нетрадиційна сировина.

Перспективним напрямком підвищення біологічної цінності вафель є використання функціональних добавок рослинного походження. Завдяки підбору певної сировини можна збагатити вироби вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами та іншими біологічно активними сполуками, а також підвищити стійкість продукції під час зберігання, а часом і знизити її собівартість.

Харчова цінність жирів значною мірою залежить від жирнокислотного складу та їх стійкості до окислювальних процесів.

За допомогою математичного моделювання, використовуючи результати дегустаційної оцінки вафельних листів і готових виробів, розроблено оптимальний рецептурний склад та виготовлено в кондитерському цеху ВАТ «Мукачівського консервного заводу» дослідні та виробничі партії вафель з жировими начинками «Квіткові», «Кукурузка», «Виноградні» і «Золота осінь». Головним завданням при розробці виробів стало поліпшення їх споживних властивостей з використанням нетрадиційних рослинних добавок і сповільнення окислення жиру вафель під час зберігання.

З метою підвищення споживних властивостей і функціональної значимості в рецептурах листів вафель «Кукурузка» і «Квіткові» замінили 15 % борошна пшеничного кукурудзяним і зародками пшениці, вафель «Виноградні» – висівками пшениці (10 %), «Золота осінь» – панірувальними сухарями (20 %).

До складу начинок розроблених вафель входять кондитерський жир, цукрова пудра, ароматизатори, крихти цих же вафель, а також соєвий фосфатидний концентрат (СФК) і деяка специфічна рослинна сировина.

Соевий фосфатидний концентрат сприяє збагаченню виробів фосфоліпідами, які характеризуються високою антиоксидантною активністю, що особливо важливо для забезпечення стабільності жирових начинок вафель.

Порошок з насіння винограду (24,07 кг/т) і кореня цикорію звичайного (12,02 кг/т) включили до складу начинки вафель “Виноградні”. Насіння винограду попередньо обсмажили за температури (150-180) °С протягом 2-3 хв, а корінь цикорію підсмажили до коричневого кольору і все розмолоти в порошок.

Насіння винограду можна вважати цінною харчовою добавкою, оскільки до його складу входять ліпіди із збалансованим жирнокислотним складом, вітаміни А, Е, D, а також білки, кофеїн, дубильні й барвні речовини, значна частка магнію і кальцію (табл. 1) [1].

Таблиця 1– Жирнокислотний склад насіння винограду

Жирнокислотний склад	Масова частка, %
Ліпіди, всього	14,6-15,7
у тому числі (в % до загальної суми)	
пальмітинова кислота	7,5
стеаринова кислота	3,4
олеїнова кислота	19,3
лінолева кислота	65,8
ліноленова кислота	1,1

Начинку вафель “Кукурузка” збагатили обсмаженими і розтертими зародками пшениці (40,16 кг/т) і порошком із приймочок кукурудзи (24,05 кг/т).

Зародкові пластівці багаті на вітаміни групи В, токоферолі, β-каротин і мікроелементи. Загальна кількість жиру в їх складі досягає (10-14) %. Особливістю ліпідів зародків є високий вміст ненасичених жирних кислот. Зокрема, частка олеїнової і лінолевої кислот досягає (80-82) % (табл. 2) [2]. За своїми біологічними характеристиками жирні кислоти зародків є життєво необхідними сполуками. Додатково обсмажені зародки пшениці надають виробам приємного горіхового присмаку та золотистого забарвлення.

Таблиця 2 – Жирнокислотний склад вільних ліпідів пшеничних зародкових пластівців

Назва жирних кислот	Масова частка, % до суми жирних кислот
Насичені	
Пальмітинова C _{16:0}	13,2
Стеаринова C _{18:0}	1,8
Ненасичені	
Пальмітолеїнова C _{16:1}	0,5
Олеїнова C _{18:1}	18,9
Лінолева C _{18:2}	58
Ліноленова C _{18:3}	5
Інші кислоти і компоненти ліпідної фракції	2,6

Приймочки кукурудзи містять до 2,5 % рослинної олії, а також ефірну олію, глікозиди, мінеральні солі, пантотенову і аскорбінову кислоти, вітамін К та інші сполуки, що підвищують біологічну цінність виробів.

У нових зразках вафель ми визначили жирнокислотний склад (табл. 3).

Жирнокислотний склад жиру нових вафель близький до контрольного зразка з перевагою ненасиченої олеїнової кислоти (60,7-61,4 %). Частка пальмітинової кислоти у дослідних зразках не перевищує 23 %. Включення в рецептури вафель нетрадиційних добавок мало впливає на жирнокислотний склад ліпідів вафель. Заміна какао порошку на рослинні добавки (насіння винограду, зародки пшениці, приймочки кукурудзи) трохи підвищила частку ненасичених жирних кислот ліпідів нових вафель.

Співвідношення жирних кислот характеризує коефіцієнт насиченості, який дорівнює відношенню ненасичених жирних кислот до насичених і складає для контролю – 2,4, а для нових виробів – 2,5.

Дуже важливим є відсутність у дослідних зразках жиру вафель лауринової кислоти, яка змінює органолептичні властивості виробів.

Завдяки заміні сухого незбираного молока на знежирене у жирі вафель не виявлено масляної, капронової, капринової, каприлової і лауринової кислот.

Серед насичених жирних кислот важливе місце займає стеаринова кислота, вагома частка якої може погіршити якість продуктів і зменшити ступінь їх засвоєння. Тому зниження кількості стеаринової кислоти на 25 % у жирі вафель “Золота осінь” і на 13 % – у решті видів за рахунок нетрадиційних добавок є важливим напрямком поліпшення якості розроблених виробів.

У раціональному харчуванні особливе значення займають поліненасичені есенціальні жирні кислоти (лінолева і ліноленова), які не можуть синтезуватися в організмі. Вони мають високу біологічну активність, беруть участь у створенні фосфоліпідів та ліпопротеїдів, входять до складу клітинних мембран та виконують в організмі ряд важливих функцій, у тому числі забезпечують нормальний ріст і обмін речовин, еластичність судин тощо. Сума поліненасичених есенціальних кислот більша за контроль у жирах вафель “Кукурузка” на 12 %, “Виноградних” – на 9 % та “Квіткових” – на 8 %.

Таблиця 3 – Жирнокислотний склад розроблених вафель

M±m, p£0,05

Жирні кислоти	“Артек” (контроль)		“Виноградні”		“Кукурузка”		“Квіткові”		“Золота осінь”	
	мг / 100 г	%	мг / 100 г	%	мг / 100г	%	мг / 100 г	%	мг / 100 г	%
Масляна (4:0)	28,6	0,11	-		-		-		-	
Миристинова (14:0)	249,1	0,94	230,27	0,89	189,06	0,73	192,64	0,74	168,45	0,76
Пальмітинова (16:0)	6005,2	22,69	5835,64	22,43	5827,49	22,45	5857,42	22,53	5041,4	22,65
Стеаринова (18:0)	1576,07	5,96	1375,08	5,28	1363,85	5,25	1370,97	5,27	1184,82	5,32
Пальмітоолеїнова (16:1)	164,0	0,62	145,84	0,56	146,22	0,56	148,84	0,58	126,79	0,57
Олеїнова (18:1)	16083,14	60,78	15870,77	60,98	15787,94	60,83	15873,83	61,07	13673,11	61,44
Лінолева (18:2)	2332,87	8,82	2550,7	9,8	2589,03	9,98	2518,71	9,69	2044,48	9,19
Ліноленова (18:3)	14,3	0,05	13,84	0,05	23,78	0,09	28,83	0,11	14,05	0,06
Арахідонова (20:4)	7,78	0,03	2,72	0,01	26,72	0,11	2,95	0,01	3,07	0,01
Загальна кількість	26461,06	100	26024,86	100	25954,09	100	25994,19	100	22256,17	100
Частка насичених жирних кислот	-	29,7	-	28,6	-	28,4	-	28,5	-	28,7
Частка ненасичених жирних кислот	-	70,3	-	71,4	-	71,6	-	71,5	-	71,3
Співвідношення ненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот	-	2,4	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-	2,5

Відомо, що в жирі насіння винограду переважають цінні ненасичені жирні кислоти (до 89,1 %), з яких до 67 % припадає на есенціальну лінолеву кислоту. Тому за рахунок порошку з насіння винограду та висівку пшеничних кількість лінолевої кислоти у жирі вафель “Виноградні” збільшилася на 9% порівняно з контролем.

У вафлях “Квіткові” вміст лінолевої кислоти підвищився на 8 %, а ліноленової у 2 рази, тому що в рецептуру листів включено подрібнені пластівці зародків пшениці.

Приймочки кукурудзи і зародкові пластівці пшениці забезпечили у жирі вафель “Кукурузка” збільшення вмісту арахідонової кислоти порівняно з контрольним зразком у 3,4 рази, лінолевої – на 11 % і ліноленової – на 66 %.

Виходячи з потреб організму в поліненасичених жирних кислотах (до 10 г в день), близько 25 % може бути забезпечено споживанням 100 г вафель “Виноградних”, “Кукурузка” або “Квіткових”.

Отже, розроблені нами вафлі характеризуються поліпшеними споживними властивостями. Вони містять значно більше поліненасичених жирних кислот, завдяки яким характеризуються підвищеною біологічною цінністю.

Література

1. Шазо А. Ю., Мартовщук В. И., Корнен Н. Н., Илларионова В. В. Исследование химического состава виноградных семян с целью использования их в качестве кормовой добавки // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 38-39.
2. Моргун В. А., Жигунов Д. А. Химический состав зародышевых продуктов // Хранение и переработка зерна. – 2001. – №8 (26). – С.44-45.

УДК 664.654.1.022.3:613.2

ВИКОРИСТАННЯ ІНУЛІН-ХІТОЗАНОВОГО КОМПЛЕКСУ (ХІК) У ВИРОБНИЦТВІ ВИРОБІВ З ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА

Ільдирова С.К., канд. техн. наук, Стіборовський С.Е., канд. техн. наук
ДонНУЕТ імені М. Туган-Барановського, м. Донецьк

У статті розглядається питання, як за допомогою їжі нормалізувати стан здоров'я, а саме нормалізувати роботу ШКТ, знизити вплив несприятливих факторів. З цією метою їжа повинна містити речовини, що будуть виступати у ролі імуномодуляторів. Наприклад, такі як хітозан – продукт переробки панцирів ракоподібних, а також інулін – рослинна речовина, яка міститься у цикорію. Вивчали вплив інулін-хітозанового комплексу на якість готових виробів, необхідність коректування технологічних параметрів, що пов'язані з цим. Розглянуто можливість внесення добавки при виробництві хлібобулочних та борошняних виробів.

In the article are discussion the question is considered as by means of meal to normalise a state of health, namely to normalise work of a gastroenteric path, to lower adverse factors. For this purpose the meal should contain substances which will act in a role immunomodulators and to raise immunity. For example, such as hitozan – a product of processing of armours of Crustacea, and also inulin – vegetative substance of chicory. Investigated influence inulin with hitozan in complex on quality of finished articles, necessity of a correcting of technological parametres which are connected with it. Possibility of entering of the additive is considered by manufacture of bakery and flourcontaining products.

Ключові слова: інулін, хітозановий комплекс, пребіотики

Згідно з медичною статистикою сучасний стан розвитку суспільства характеризується розвитком різних хвороб: дисбактеріозу, цукрового діабету, онко-хвороб, серцево-судинних захворювань та ін.

Населення в повній мірі відчуває вплив негативних екологічних факторів середовища: це відхилення показників здоров'я, від немовлят, котрі з'являються з послабленою імунною системою, до населення середнього та похилого віку.

Тому найважливішою проблемою є введення в раціони харчування речовин, які сприяли б підвищенню імунної системи організму людини.

Стан навколишнього середовища та раціони харчування особливо впливають на роботу шлунково-кишкового тракту (ШКТ).

Незадовільна робота цієї системи в організмі приводить до повної його розбалансованості та погіршення загального стану.

Таким чином, пильна увага до проблеми нормальної мікрофлори кишечника, яка спостерігається в останні роки на новому науковому рівні, підтверджує значиму роль мікробних екосистем у формуванні здоров'я дорослих і особливо дітей.

Провідна роль мікрофлори (анаеробної) визначається такими її функціями:

запобігання патогенній та умовно-патогенній мікрофлорі;

її імуномодельюючі властивості;

стимулювання синтезу біологічно активних речовин, що впливають на функцію ШКТ, печінки і т.д.;

участь у процесах синтезу вітамінів B₁₂, K;

ферментації нерозщеплених компонентів їжі.

Все вищевикладене дозволяє зробити висновок, що нормалізувати стан здоров'я, роботу ШКТ, знизити несприятливі екологічні фактори можна за допомогою їжі, котру вживає людина. Їжа повинна вміщувати речовини, які можуть виступати у ролі імуномодуляторів і підвищувати імунітет. Були обрані хітозан (продукт переробки панцирів ракоподібних) та пребіотична речовина – інулін (рослинна речовина, вироблена з цикорію).

Хімічна структура хітозану відносить його до полісахаридів, мономером хітину є N-Ацетил-1, b-D-глюкопіранозамін.

Молекула хітозану містить у собі велику кількість вільних аміногруп, що дозволяє йому зв'язувати йони водню і отримувати надлишковий позитивний заряд. Звідси і йде властивість хітозану, як гарного катіоніта.

Це також пояснює здатність хітозану зв'язувати й міцно втримувати йони різних металів (у тому числі й радіоактивних ізотопів, а також токсичних елементів).

Хітозан здатний утворювати велику кількість водневих зв'язків. Тому він може зв'язати велику кількість органічних водорозчинних речовин (бактеріальні токсини й токсини, що утворюються в процесі травлення).

Він може втримувати у своїй структурі розчинник, а також розчинені в ньому речовини. У розчиненому вигляді хітозан володіє більшим сорбувальним ефектом, ніж у нерозчиненому.

Через ефект молекулярного сита й гідрофобних взаємодій, хітозан може зв'язувати насичені вуглеводи, жири і жиророзчинні сполуки.

Поняття «пребіотики» використовується для визначення речовин або дієтичних додатків, які не гідролізуються та не адсорбуються в тонкокишковому відділі травного тракту людини. Вони є селективним субстратом або декількох біфідобактерій та лактобацил (БЛ-флори) за рахунок стимуляції їх зростання і/або метаболічної активності, внаслідок чого поліпшується склад мікрофлори товстого відділу кишечника.

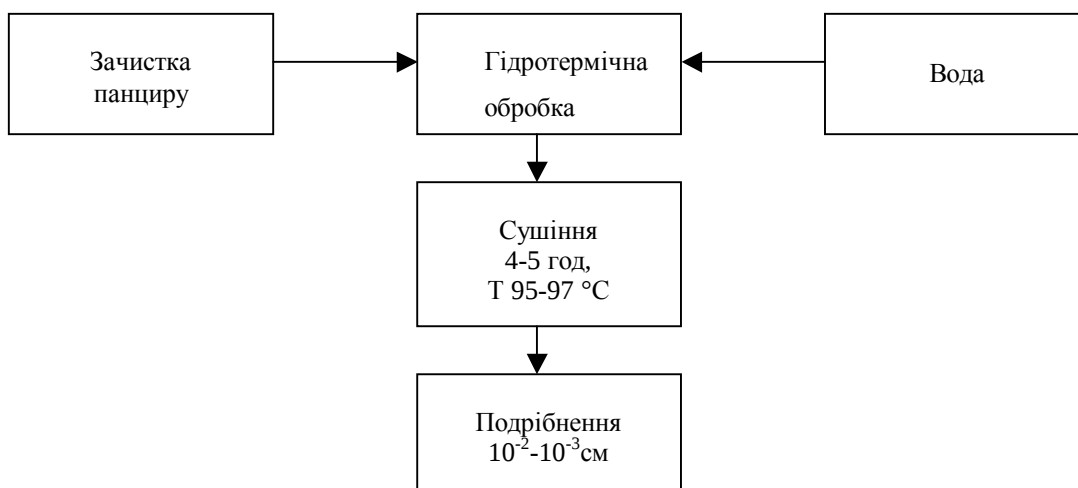


Рис. 1 – Загальна схема отримання інозану

Інгредієнти харчування, які відповідають цим вимогам, належать до низькомолекулярних вуглеводів: олігосахариди (фрукто- та галакто-олігосахариди), інулін, лактулоза, лактитол. Найбільша кількість цих пребіотиків знаходиться в грудному молоці і багатьох продуктах рослинного походження. На життєдіяльність мікрофлори кишечника людини в середньому витрачається до 10 % енергії, що надійшла до організму, та 20 % об'єму прийнятої їжі. Волокноподібні неперетравлюючі олігосахариди (НПО-клас вуг-

леводів зі ступенем полімеризації 2-10) не гідролізуються та не всмоктуються в тонкому кишечнику, внаслідок відсутності в організмі людини специфічних ферментів гідролаз. НПО досягають товстої кишки в незміненому вигляді, де гідролізуються інтестинальною мікрофлорою. Важливе значення має і той факт, що НПО нетоксичні для людини, не викликають ніяких сторонніх ефектів в організмі.

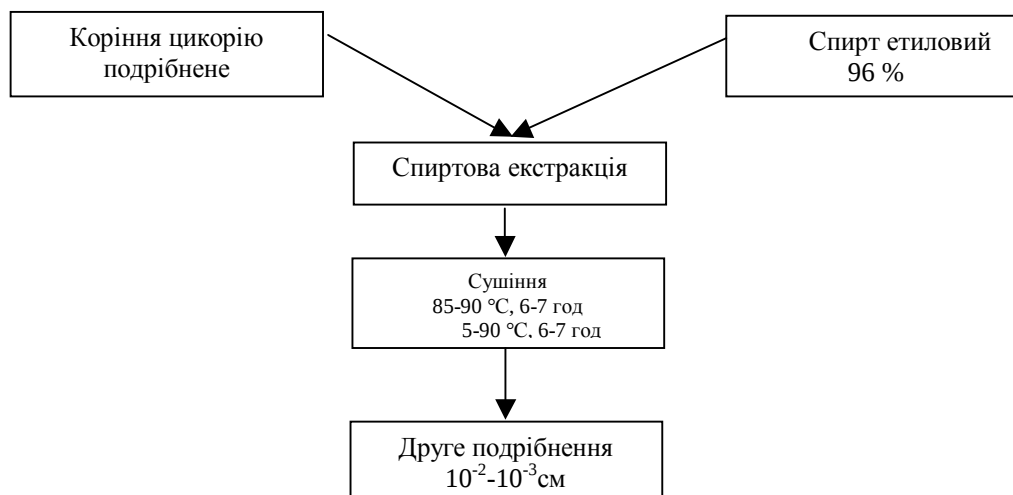


Рис. 2 – Загальна схема отримання інуліну

Для використання у технології дріжджових виробів була розроблена технологія отримання ХІК: інулін отримували спиртовою екстракцією з цикорію, хітозан з панцирів раків. Ступінь подрібнення речовин 10^{-3-4} см.

У рецептурі суміші: (30-40) % хітозану і (70-60) % інуліну, як захисну середу було обрано рослинну соняшникову олію (дезодоровану).

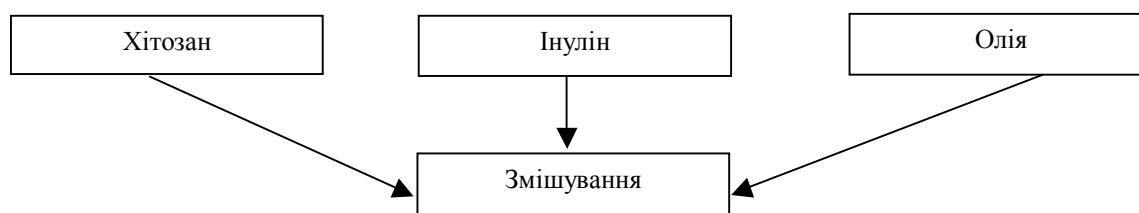


Рис. 3 – Загальна схема отримання ХІК

Розроблена суміш біологічно активних добавок рекомендована для щоденного споживання, тому в якості об'єктів збагачення можуть бути обрані хлібобулочні вироби.

Досліджувався вплив інулін-хітозанового комплексу на якість готових виробів, необхідність коректування технологічних параметрів, пов'язаних з цим, та момент внесення добавки, можливість використання при виробництві хліба, булочних та здобних виробів.

Отримані результати свідчать про те, що інулін-хітозановий комплекс можна використовувати для надання функціональних властивостей хлібобулочним виробам із пшеничного та житнього борошна різної рецептури. Рекомендований спосіб приготування тіста при цьому для пшеничного хліба та булочних виробів на рідких опарах, здобних – безопарний. Вносити добавку доцільно при виготовленні пшеничного хліба та булочних виробів на етапі замішування тіста з використанням інтенсивної механічної обробки, здобних виробів – при обминанні.

Показники якості готових виробів відповідають усім вимогам нормативної документації для даного типу виробів. Крім того, позитивним моментом є те, що втручання у технологію мінімізоване. Цей факт дозволить прискорити промислове впровадження даних розробок – випуск хлібобулочних виробів функціонального призначення на потужних хлібо заводах та маленьких пекарнях, для яких розширення асортименту виробів є однією з найважливіших як соціальних, так і економічних задач.

Література

1. Сушанский А.Г., Лифляндский В.Г. Энциклопедия здорового питания. – СПб.: «Издательский Дом «Нева»», 1999. – 895 с.
2. Биохимический справочник. / Н.Е. Кучеренко, Р.П. Виноградова, А.Р. Литвиненко и др. – К.: «Вища школа», 1979. – 304 с.
3. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник. / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винакурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.

УДК 664.661:633.791

ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДОБАВКАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Лебеденко Т.Є., канд. техн. наук, доц., Донской Д.М. канд. техн. наук, доц.,
Ткаченко Т.З., канд. техн. наук, доцент, Новічкова Т.П., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Одним з напрямків розвитку хлібопекарної галузі є розробка нових видів продукції спеціального і лікувально-профілактичного призначення. Харчові волокна, що регулюють процеси в органах травлення, забезпечують профілактику багатьох захворювань людини, перш за все хвороб «цивілізації» (цукрового діабету, атеросклерозу, ішемічної хвороби серця). Однією з культур, що вміщує у собі такі волокна є соріз.

Ціллю роботи було вивчити можливість заміни частини борошна пшеничного на борошно з сорізу.

One of directions development of baking branch is working out new kinds of products special and treatment-and-prophylactic appointment. Food fibres, which regulate processes in digestive organs, provide preventive maintenance of many diseases of the person, first of all illnesses of "civilisation" (a diabetes, an atherosclerosis, an ischemic heart trouble). One of such cultures containing this fibres is soriz.

The aim of work was studying possibility of replacement a part of flour by wheat flour from soriz in bakery products.

Ключові слова: пшеничне борошно, соріз, технологічні властивості, якість, харчова цінність.

Головна цінність і показник рівня розвитку країни – це здоров'я, працездатність і довголіття її населення. За даними Всесвітньої організації збереження здоров'я, стан здоров'я людини визначається на (67-74) % типом харчування, факторами навколишнього середовища та умовами життя і лише на (16-18) % спадковістю та (10-15) % – службами охорони здоров'я. Таким чином, приготування і споживання продуктів харчування – це одне з найважливіших надбань людства, яке може принести або здоров'я і щастя, або хвороби та горе. Враховуючи постійне погіршення екологічної ситуації в нашій країні і пов'язаному з цим зростанні захворюваності населення, зниження тривалості життя є актуальним пошук природних добавок та препаратів на їх основі, які проявляють комплекс функціональних властивостей, у т.ч. гепатопротекторні, імуномодельючі, антиоксидантні і такі інші, та розробка технології їх використання в продуктах масового споживання.

Хліб є одним із основних продуктів харчування людини, він забезпечує організм цілим комплексом необхідних поживних речовин: рослинними білками, засвоюваними вуглеводами, харчовими волокнами, вітамінами та макро- і мікроелементами. Але відомо, що хлібобулочні вироби, особливо із пшеничного борошна вищого і першого сортів, є досить незбалансованим продуктом за амінокислотним складом, вмістом харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. З іншого боку, цей продукт споживається всіма, не залежно від віку, способу життя, стану здоров'я, являється досить зручним для збагачення різними компонентами, а щоденне його споживання дозволяє збагатити харчовий раціон, знизити вплив шкідливих екологічних факторів на організм людини.

Тому одним із актуальних напрямків розвитку хлібопекарної галузі є розробка нових видів виробів спеціального і лікувально-профілактичного призначення для максимального врахування потреб різних груп населення шляхом використання місцевої сировини, а також нових видів нетрадиційної сировини. Актуальним напрямком також є пошук антимутагенів – речовин, які попереджують або знижують дію мутагенів. Як відомо мутагени – це фактори навколишнього середовища, які здатні викликати помилки при нормальній реплікації ДНК, що призводить до спонтанних мутацій. Мутагенними факторами явля-

ються ультрафіолетове та іонізуюче опромінення, мутагени хімічної природи – деякі барвники та антибіотики, азотиста кислота, пестициди, радіоактивні речовини та важкі метали, отрути. Попадаючи в організм людини, ці речовини накоплюються, викликаючи порушення функцій імунної, репродуктивної систем, звідси зростання захворювань, у т.ч. спадкових, онкологічних, імунодефіцитних та ін. [1].

В останні десятиліття вчених цікавлять речовини, які поступаючи в шлунково-кишковий тракт разом з продуктами харчування, взаємодіють з мутагенами, знижуючи їх негативний вплив. До таких речовин могли б відноситися харчові волокна, які регулюють процеси в органах травлення, забезпечують профілактику багатьох хвороб людини, перш за все так званих хвороб «цивілізації» (сахарного діабету, атеросклерозу, ішемічної хвороби серця, онкологічних захворювань). Важливим джерелом харчових волокон являються зернові та бобові культури. Цікавим з цієї точки зору є соріз – це культура, отримана селекційним шляхом гібридизації хлібного сорго. Вона невибаглива, може вирощуватись в регіонах з засушливим кліматом. У зерні соріза міститься (12...15) % білку, (55...65) % крохмалю, (3,4...4,5) % жиру, (2,5...5,5) % моно- і дицукрів та клітковини (1,5...3,5) %. Є також мінеральні речовини: Na – 89, K – 202, Ca – 66, Mg – 96, P – 328, Fe – 2,6 мг%; та вітаміни: B₁ – 0,46, B₂ – 0,12, PP – 3,32 мг% [2].

Метою роботи було вивчення можливості заміни частини борошна пшеничного борошном із сорізу при виробництві хлібобулочних виробів. У лабораторних умовах проводили заміну борошна пшеничного в кількості (5,10 і 15) % борошном із сорізу. В якості контролю слугував зразок, виготовлений за рецептурою, наведеною в табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептура хліба пшеничного, кг

Найменування сировини	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	95,0	90,0	85,0
Дріжджі хлібопекарні пресовані	1,0 / 3,0*	1,0 / 3,0*	1,0 / 3,0*	1,0 / 3,0*
Сіль поварена харчова	1,3	1,3	1,3	1,3
Борошно сорізу	–	5,0	10,0	15,0

Примітка: * дозування дріжджів пресованих при безопарному способі приготування тіста.

Для виявлення максимально можливої кількості заміни борошна пшеничного борошном із сорізу вивчали структурно-механічні властивості тіста зазначених зразків, протікання в них колоїдних, біохімічних та мікробіологічних процесів, а також якість готових виробів та їх стан під час зберігання.

Тісто готували безопарним способом, а також на рідких і густих опарах.

Фізико-хімічні показники якості хліба пшеничного з борошна вищого сорту, у відповідності з вимогами нормативної документації, щоб забезпечити зовнішній вигляд, звичний для споживачів, мають бути такі:

- вологість – не більше 43 %;
- пористість – не менше 70 %;
- кислотність – не більше 3°.

У дослідженнях використовували дві партії пшеничного борошна, які відрізнялись показниками газоутворюючої здатності та вмістом і якістю клейковини. Показники якості партій пшеничного борошна та борошна із сорізу наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники якості борошна, що використовувалось в дослідженнях

Показники якості Вид борошна	Вміст «сирої» клейковини, %	Якість «сирої» клейковини, од. приладу ВДК-1М	Газоутворююча здатність, мл CO ₂	Кислотність, град	Вологість, %
Борошно пшеничне вищого сорту (партія 1)	26,0	88	1240	2,8	12,6
Борошно пшеничне вищого сорту (партія 2)	29,2	95	1360	3,0	13,1
Борошно із сорізу	не утворює клейковини	–	–	2,6	11,8

Як видно з наведених в табл. 2 даних пшеничне борошно, що використовується в дослідженнях, має понижені хлібопекарні властивості, а саме борошно 1-ої партії має низьку газоутворюючу здатність, а борошно 2-ої партії – помірно слабку клейковину. За вмістом «сирої» клейковини дані партії борошна відпо-

відають вимогам ГСТУ 46.114-99. Використання борошна з заниженим вмістом клейковини недоцільно, оскільки білковий комплекс борошна із сорізу містить в основному водорозчинні білки, воно не утворює клейковини.

Вивчали вплив додавання борошна сорізу на вміст «сирої» клейковини і її якісні показники в порівнянні з контролем. Вміст та якість клейковини є показниками стану білково-протеїназного комплексу борошна, який забезпечує формування тіста з певними структурно-механічними властивостями, отримання готових виробів з добре розвинутою рівномірною пористістю та високим об'ємом. Результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Вплив борошна сорізу на вміст і властивості клейковини

Показники \ Зразки	Контроль		Заміна борошна пшеничного борошном із сорізу, %					
			5		10		15	
	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2
Вміст «сирої» клейковини, %	26,0	29,2	23,1	25,4	21,2	22,9	20,9	21,2
Гідратаційна здатність клейковини, %	185,7	194,1	180,4	186,5	178,0	179,6	176,2	177,0
Кількість «сухої» клейковини, %	9,13	9,93	8,25	8,86	7,63	8,19	7,56	7,65
Пружність клейковини, ВДК-1М, од. приладу	88	95	84	90	83,5	86	81	85
Розтяжність, см	20	22	18	20	18	18	16	17

Проведені дослідження показали, що вміст «сирої» клейковини в борошні зі збільшенням частки борошна із сорізу зменшується на 19,6 % у 1-й партії борошна і на 27,4 % у 2-й партії. Це пояснюється тим, що сорізу відноситься до безклейковинної сировини. Виявлено деякий зміцнюючий вплив борошна сорізу на клейковину обох партій пшеничного борошна. Так, показники пружності на ВДК-1М знизились на 8 % у 1-й партії борошна і на 10,5 % – у 2-й. Розтяжність клейковини теж зменшується відповідно у 1-й і 2-й партії борошна на 20 і на 22,7 %. Виходячи з отриманих даних (табл. 3), можна припустити доцільність використання борошна із сорізу при переробці пшеничного борошна з нормальним вмістом клейковини, яка за якістю є слабкою.

Але якість готових виробів залежить не тільки від стану білково-протеїназного комплексу, а і вуглеводно-амілазного, тобто від кількості моно-, дицукрів та крохмалю, а також активністю амілолітичних ферментів. Ці фактори обумовлюють збільшення об'єму тістових заготовок, забезпечують формування пористості готових виробів, їх смаку, аромату та гарно забарвленої скоринки.

Досліджували вплив борошна із сорізу на стан вуглеводно-амілазного комплексу за показником газоутворюючої здатності борошна, який визначали на приладі АГ-1М. Результати досліджень представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Вплив борошна сорізу на газоутворюючу здатність пшеничного борошна

Зразок	Кількість CO ₂ , мл, що виділяється під час бродіння					
	За 1-у годину	За 2-у годину	За 3-ю годину	За 4-у годину	За 5-у годину	Всього за 5 годин бродіння
Контроль (партія 1)	264	288	360	208	120	1240
5% сорізу (партія 1)	304	376	368	208	148	1404
10% сорізу (партія 1)	416	440	420	244	140	1660
15% сорізу (партія 1)	504	560	384	296	96	1840
Контроль (партія 2)	242	290	390	284	154	1360
5% сорізу (партія 2)	286	344	424	322	164	1540
10% сорізу (партія 2)	364	426	498	324	168	1780
15% сорізу (партія 2)	402	530	508	318	162	1920

Виходячи з наведених в табл. 4 даних, можна сказати, що борошно сорізу має значний вплив на інтенсивність газоутворення в тісті, особливо в перші 3 години. Заміна тільки 5 % борошна пшеничного борошном сорізу підвищує показник газоутворюючої здатності з 1240 до 1404 мл CO₂ в першій партії і до 1540 – в другій. При внесенні більшої кількості добавки показник газоутворюючої здатності суміші пше-

ничного борошна і борошна із сорізу починає перевищувати 1600 мл CO₂, що може негативно позначитись на якості готових виробів. Це пов'язано з хімічним складом зерна сорізу, високим вмістом в ньому цукрів. Тобто цю добавку можна розглядати, як ефективний поліпшувач якості пшеничного борошна з низькою газоутворюючою здатністю.

Про доцільність вводу в рецептуру хліба пшеничного борошна із сорізу найбільш об'єктивно можуть сказати результати пробного лабораторного випікання, оскільки при цьому аналізуються комплексно хлібопекарні властивості пшеничного борошна, борошна сорізу, стан їх білково-протеїнажного, вуглеводно-амілазного та ліпідно-ліпазного комплексів.

Результати досліджень наведені в табл. 5. Замість тіста проводили за рецептурами, представленими в табл. 1. Для визначення раціонального способу приготування тіста, крім безопарного способу, використовували також тістопріготування на рідких та густих опарах.

Таблиця 5 – Показники якості хліба за пробним лабораторним випіканням

Показники	Контроль		Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3	
	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2
Безопарний спосіб приготування тіста								
Вологість, %	42,5	43,0	42,5	43,0	42,4	42,6	42,5	42,5
Кислотність, %	2,5	2,8	2,7	3,0	2,8	2,9	2,8	2,9
Пористість, %	68	66	70,5	69	67	68	64,5	64
Питомий об'єм, см ³ /г	3,49	3,26	3,67	3,62	3,16	3,2	3,03	3,1
Формостійкість	0,37	0,3	0,45	0,33	0,5	0,4	0,52	0,48
Упікання, %	8,75	9,4	9,5	9,6	10,0	9,9	10,25	10,5
Усихання, %	3,55	4,0	3,3	4,1	3,1	4,5	3,05	4,8
Приготування тіста на рідких опарах								
Вологість, %	43,0	43,2	42,9	43,0	42,7	42,8	42,7	42,9
Кислотність, %	2,9	3,0	3,0	3,1	2,8	3,0	2,5	2,7
Пористість, %	70,5	70	71,5	69	68	68	66,5	65
Питомий об'єм, см ³ /г	3,5	3,6	3,87	3,68	3,28	3,3	3,2	3,1
Формостійкість	0,38	0,33	0,4	0,37	0,48	0,4	0,41	0,5
Приготування тіста на густих опарах								
Вологість, %	42,8	42,5	42,5	42,4	42,3	42,4	42,4	42,0
Кислотність, %	2,5	2,6	2,7	2,67	2,6	2,7	2,5	2,6
Пористість, %	69	68	69,5	67	65	66	62,5	64
Питомий об'єм, см ³ /г	3,6	3,51	3,62	3,55	3,49	3,52	3,0	2,98
Формостійкість	0,4	0,37	0,49	0,4	0,48	0,45	0,5	0,46

Після аналізу наведених даних табл.5, можна відмітити, що заміна борошна пшеничного борошном сорізу доцільна в кількості 5 %. Це позитивно впливає на якість готових виробів при використанні обох партій пшеничного борошна. Так, дещо збільшуються питомий об'єм (на 5,2 % при переробці 1-ої партії пшеничного борошна, на 11,0 % – 2-ої) та покращується пористість і формостійкість хліба. При цьому органолептичні показники готових виробів не погіршуються. Але при збільшенні дозування борошна сорізу в рецептурі якість готових виробів значно погіршується. Для приготування тіста можна рекомендувати безопарний спосіб та на рідких опарах

Таким чином, проаналізувавши наведені дані, можна зробити висновок:

при виробництві пшеничного хліба доцільно замінити 5 % борошна пшеничного на борошно із сорізу;

борошно із сорізу покращує хлібопекарні властивості пшеничного борошна з низькою газоутворюючою здатністю та слабкою клейковиною;

собівартість нового виду виробу знижується, оскільки борошно із сорізу дешевше;

хліб пшеничний з додаванням борошна сорізу може використовуватись як у звичайному харчуванні, так і в лікувально-профілактичному, дієтичному, так як харчові волокна сорізу проявляють захисні властивості, а саме здатні зв'язувати і виводити із організму людини радіонукліди, солі важких металів, холестерин, пестициди і таке ін. [1], що буде сприяти поліпшенню якості життя.

Література

1. Щелкунов Л.Ф., Дудкин М.С., Корзун В.Н. Пища и экология. – Одесса: «Оптимум», 2000. – 517 с.
2. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.

УДК 664.654.65

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЛЮЛЕЧНЫХ РАССТОЙНЫХ ШКАФАХ

Орлович А.Е., канд. техн. наук, профессор, Спорыш В.В., инженер
Кировоградский национальный технический университет

Существующие методы и средства контроля параметров среды расстойных агрегатов люлечного типа не исключают появление дефектов тестовых заготовок. Предлагается микропроцессорная система измерения параметров микроклимата в люлечном шкафу, позволяющая проводить оценку распределения рабочих параметров среды в расстойном шкафу. При этом своевременно фиксируются нарушения технологического режима и уменьшается вероятность выпуска некачественной продукции.

Existent methods and controls of parameters of environment of the prover do not eliminate appearance of defects pieces of dough. The microsystem of measuring of parameters of the microclimate is offered in the prover, allowing to conduct the estimation of distributing of operating parameters of environment in the prover. In this time violations of the technological mode are fixed and probability of issue of bad quality products diminishes.

Ключевые слова: расстойный шкаф, люлечный, тестовая заготовка, температура, влажность, микропроцессорная

Тенденция развития украинского рынка хлеба последних лет – укрупнение и концентрация производства. Это позволяет ускорить реконструкцию предприятий, оптимизировать логистику, снизить себестоимость продукции и, тем самым, повысить доходность производства. Более 80 % хлебобулочных изделий производится на крупных хлебозаводах, где, как правило, установлены линии выпечки хлеба, с применением для окончательной расстойки тестовых заготовок расстойных агрегатов люлечного типа. Цель расстойки заготовок – восстановление нарушенной при формовании структуры теста и обеспечение разрыхления тестовой заготовки за счет выделения диоксида углерода, а так же достижение объема и формы, практически соответствующих готовому изделию.

Параметры среды расстойных камер, как правило, составляют: температура (35...40) °С, относительная влажность (75...85) %. Расстойные агрегаты люлечного типа имеют сложную конфигурацию (рис. 1. шкаф Г4-РШВ) и очень важно, что бы эти параметры были одинаковыми по всему объему расстойного шкафа, в противном случае возможно появление различных дефектов заготовок: заветривание, залипание, нарушение структуры теста и т.д., что неизбежно ведет к дефектам при выпечке [1].

В настоящее время контроль температуры и влажности в расстойных шкафах чаще всего производится в одной постоянной точке, что не позволяет контролировать параметры среды по всему пути следования заготовки. Это связано со сложностью соединения датчиков температуры и влажности, находящихся в люльке с заготовками и измеряющим (или индицирующим) прибором. Так же трудно подать на датчики питающее напряжения при сложном движении люлек в расстойном шкафу. Свой вклад вносит так же инерционность измерения большинства датчиков, которая составляет, обычно, 60 сек и более.

Одним из динамично развивающихся направлений электроники является разработка систем беспроводной передачи данных. Существует широкий круг функциональных модулей, которые согласованно работают на расстоянии от одного до нескольких сотен метров друг от друга. Применение приемопередающих устройств, выполненных на одном кристалле, упрощает процесс прикладных разработок. Обычно системы на основе таких микросхем состоят из микроконтроллера, приемника и передатчика (или трансивера) и небольшого числа внешних компонентов [7].

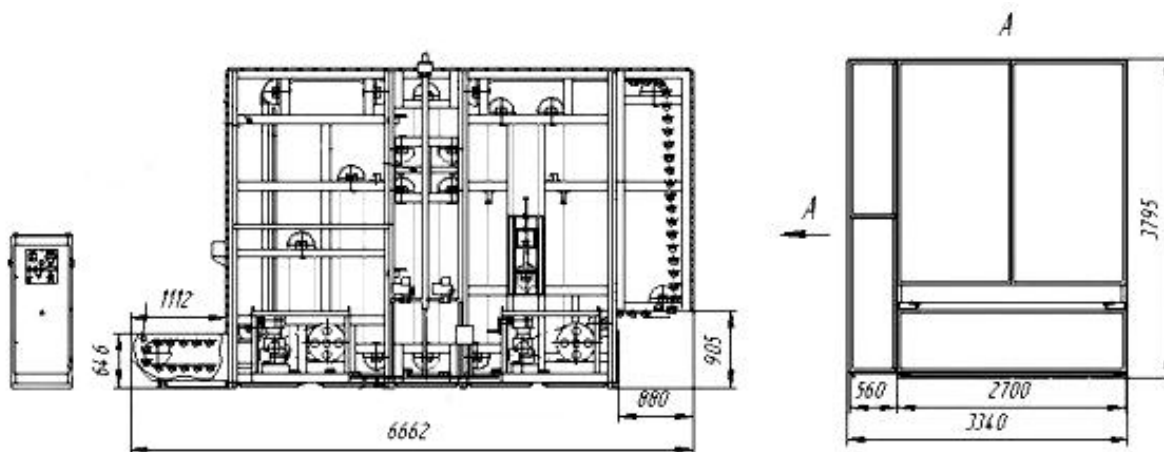


Рис. 1 – Устройство шкафа расстойного Г4-РШВ

Реализация устройства требует организацию радиоканала передачи данных (WLAN), а так же применение малогабаритного универсального RISC-микроконтроллера для считывания данных с датчиков и передачи информации по радиоканалу в индицирующий и запоминающий узел. При помещении измерительного модуля в люльку расстойного шкафа появляется возможность производить последовательные замеры температуры и влажности по всей траектории перемещения заготовки. Это позволяет выявить разнородность среды внутри шкафа и принять меры по их устранению.

В качестве датчика температуры предлагается использовать миниатюрные полупроводниковые датчики, действие которых основано на измерении частоты колебаний встроенного термозависимого автогенератора. Такие датчики откалиброваны на заводе-изготовителе и передают результат измерения в градусах Цельсия двоичным кодом. Примером могут служить импортные DS18S20(1) и DS18B20(2), снабженные разработанным фирмой Dallas однопроводным (1-Wire) интерфейсом. Диапазон измерений достаточно широк ($-55...+125$ °C), точность измерения выбирается программно (0.5, 0.25, 0.125, 0.0625 °C – от одного до четырех двоичных знаков после двоичной точки) [11].

В качестве датчика влажности предлагается использовать датчик фирмы Honeywell серии НН. Преимущества датчиков влажности Honeywell: использование емкостного метода измерения, широкий диапазон измерения (0...100% отн. влажн.), наличие встроенной интегральной схемы обработки сигнала (ASIC), усиленный линейный выходной сигнал, возможность прямого подключения к АЦП, лазерная подгонка параметров, малый ток потребления, привлекательная стоимость. Датчики поставляются с калибровочным паспортом, что позволяет упростить процесс наладки измерительного комплекса [9].

Для организации радиоканала предлагается использование модулей компании Hope RF, которая разрабатывает и производит радиомодули, действующих в диапазонах 315, 433, 868, и 915 МГц. Данные устройства используют ЧМ (частотную модуляцию) и соответствуют рекомендациям FCC и ETSI. Устройства имеют невысокую цену и малые размеры (не более 3 см²). Модули сохраняют работоспособность в диапазоне температур ($-40...+85$) °C. Радиомодули RFM производятся по технологии COB, в виде печатной платы с установленными компонентами и разъемом для подключения к внешним цепям. В диапазоне 433МГц удастся достичь устойчивой связи на расстоянии до 300м. при скорости передачи данных 9600бод. [7].

При использовании микроконтроллера серии Atmega фирмы ATMEL, датчики DS18B20, НН4000, модуль RFM12-433-D, LCD дисплей подключаются напрямую к микроконтроллеру, без использования буферных элементов, что значительно упрощает схему.

Конструктивно устройство состоит из управляющего приемо-передающего индицирующего модуля с возможностью запоминания результатов измерения, и измерительного приемо-передающего модуля. Структурная схема устройства приведена на рис. 2.

Рассмотрим измерительный приемо-передающий узел. Микроконтроллер большую часть времени находится в режиме «Сна» с малым энергопотреблением, при этом он отключает узел приемо-передатчика, датчики температуры и влажности. Через заданный промежуток времени контроллер выходит из состояния «Сна» подключает питание к датчикам температуры, влажности, на радиомодуль и через небольшой промежуток времени производит считывание данных с датчиков. Далее контроллер передает эти данные в управляющий модуль и ожидает ответа. Управляющий модуль возвращает ответ с содержанием успешности получения данных и задает период, на который необходимо «заснуть» микро-

контроллеру. Если была ошибка в передаче данных, управляющий модуль дает команду повторить посылку. Истинность передачи данных определяется по дополнительно передаваемой сумме кодов посылки. После передачи данных измерительный модуль опять «засыпает» на промежуток времени, заданный управляющим модулем. Для синхронизации положения измерительного модуля с положением загрузчика заготовок в расстойном шкафу, к управляющему модулю подключен бесконтактный датчик, срабатывающий, при подходе люльки с измерительным модулем к загрузчику заготовок в шкафу.

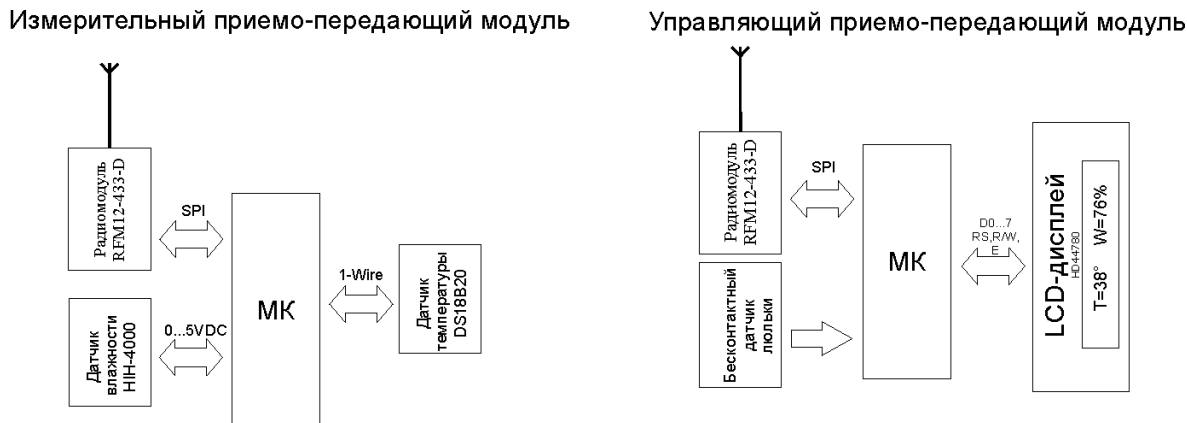


Рис. 2 – Структурная схема измерительного и управляющего модулей

Управляющий модуль после получения информации о параметрах в текущей точке расстойного шкафа запоминает их, и выводит на LCD дисплей. Перспективно применение графического дисплея для вывода более наглядной информации в виде схемы расстойного шкафа, указания текущей точки измерения на этой схеме, текущих значений температуры и влажности и графика изменения этих параметров по ходу следования люльки с датчиком.

Постоянная времени датчика влажности составляет 15 сек, датчика температуры – 25 сек, таким образом, период замеров может составлять не более 25 сек. При времени расстойки заготовок в среднем 60 мин, количество точек измерения составит 144 шт., что более чем достаточно для составления общей картины распределения температуры и влажности в расстойном шкафу.

Экспериментальный образец управляющего приемопередающего модуля приведен на рис. 3, измерительного модуля – на рис. 4.



Рис. 3 – Фотография экспериментального управляющего модуля

Для питания измерительного устройства используется аккумуляторная Li-ion. батарея емкостью 2000 мАч. Благодаря тому, что измерительная часть прибора большую часть времени находится в спящем режиме, длительность эксплуатации без подзарядки составляет около 500 ч. Для реализации необходимого модуля необходимо на люльке с модулем закрепить две поперечные металлические пластины – токосъемники, а в какой-либо одной точке шкафа – токоподающие пружинные контакты так, чтобы в одном из положений люльки имелось подключение питания на модуль через систему пружинных токопроводов. Если люлька будет находиться в этом положении всего (7-10) сек, этого будет достаточно, чтобы Li-ion батарея получила заряд достаточный для поддержания прибора в рабочем состоянии не менее нескольких часов.



Рис. 4 – Фотография экспериментального измерительного модуля

Предложенная система измерения температуры и влажности в люлочном шкафу реализована на современной микропроцессорной элементной базе, требует минимального количества элементов и периферии, обладает малыми габаритами и незначительным энергопотреблением.

Выводы

1. Существующий контроль параметров микроклимата в люлочных расстойных шкафах не эффективен и не позволяет сделать вывод о распределении отклонений температуры и влажности по всему объему шкафа, что способствует появлению дефектов тестовых заготовок.
2. Предложенная микропроцессорная система анализа распределения рабочих параметров в расстойном шкафу позволяет производить своевременное обнаружение нарушений технологического режима и существенно уменьшить вероятность выпуска некачественной продукции.

Литература

1. Пашенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий. – М.: КолосС, 2008. – 389с.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Под ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2002. – 416с.
3. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств. – М.: Высшая школа, 2001 – Кн. 2. – 703с.
4. Пашенко Л.П., Мазур П.Я. Физико-химические основы хлебопечения. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 115с.
5. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560с.
6. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 288с.
7. Светлов С. Радиомодули HOPE-RF. Беспроводные технологии №2, 2009.
8. Hope Microelectronics CO.LTD. RFM 12 Universal ISM band FSC transceiver module. Datasheet. China 2006г.
9. Иванов И. Новые серии датчиков влажности Honeywell. Новости электроники №2, 2007.
10. Honeywell International Incorporation. HIH-4000 series humidity sensors. Data Sheet. USA 2005г.
11. Dallas semiconductor Incorporation. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Data Sheet. USA 2005г.

КРІОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ ПОЛІОЛІВ ЛАКТИТОЛУ ТА ІЗОМАЛЬТУ

**Ковалевські Є.І., канд. техн. наук, доцент, Прилуцька Л.П., аспірант, Яременко О.М., аспірант
Національний університет харчових технологій м. Київ
Дорохович В.В., канд. техн. наук, докторант
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ**

У даній статті наведені дослідження по визначенню молекулярної маси цукрозамінників лактитолу та ізомальту. Визначення базується на властивостях розчинів замерзати за температури, нижчої за температуру замерзання чистого розчинника. Встановлено молекулярну масу лактитолу, що становить 362, та ізомальту – 342.

Experiments for definition of molecular mass of sugarsubstitution-lactitol and isomalt were given in this article. The definition is based on property of solutions to freeze with temperature below then the temperature of freezing of pure solution. Molecular mass of lactitol is 362 and molecular mass of isomalt is 342 were also determined in this article.

Ключові слова: цукрозамінники, температура замерзання, ідеальні розчини, молекулярна маса.

Серед широкого асортименту харчових продуктів кондитерські вироби, зокрема білково-збивне печиво, торти та тістечка, користуються підвищеним попитом у населення, основною сировиною яких є цукор та яєчний білок.

Сучасні дослідження вчених усього світу свідчать, що надлишкове вживання легкозасвоюваних вуглеводів є одним із факторів ризику, оскільки сприяє розвитку цукрового діабету, ожиріння, атеросклерозу, є вагомим чинником ризику виникнення та ускладнення перебігу серцево-судинних, ендокринних та багатьох інших патологічних станів та захворювань.

Зараз широким фронтом проводяться роботи з розробки речовин із солодким смаком, що є альтернативою сахарози.

До цукрозамінників висуваються такі вимоги:

- якість солодкості повинна бути подібною до якості солодкості цукрози;
- чистий приємний солодкий смак, що виявляється без затримки і не відчувається довго;
- відсутність кольору і запаху;
- фізіологічна нешкідливість (неканцерогенність, некаріогенність);
- нетоксичність, повне виведення з організму;
- добра розчинність у воді;
- хімічна і термічна стійкість.

Цікавою сировиною для виробництва кондитерських виробів, зокрема тортів, тістечок та печива, є цукрозамінники нового покоління лактитол та ізомальт. Оскільки дані поліоли бувають безгідратні, моногідратні та дигідратні, а виробники часто не вказують їх молекулярну масу, нами були проведені дослідження для визначення молекулярної маси лактитолу та ізомальту.

Під час проведення дослідів як контрольний зразок будемо використовувати фруктозу.

Визначення базується на властивості розчинів замерзати за температури, нижчої за температуру замерзання чистого розчинника. Залежність температури заморожування розчину від його концентрації кількісно описує фізична теорія розчинів. Ця теорія розглядає так звані ідеальні розчини, тобто розчини, утворення яких не супроводжує стиснення чи розчинення, а також виділення чи поглинання теплоти. Однак жоден реальний розчин не має таких властивостей зв'язку з явищем асоціації, дисоціації, сольватації та ін. До ідеальних розчинів, близьких за своїми властивостями, належать нескінченно розведені розчини. До них можна застосовувати закономірності, отримані для ідеальних розчинів.

Якщо до складу розчину входить леткий розчинник (вода, спирт, бензол), в якому розчинена якась нелетка речовина (сахароза та ін.), за досвідом, за сталої температури тиск насиченої пари над чистим розчинником завжди вищий, ніж над розчином. Чим вища концентрація розчину, тим нижчий тиск насиченої пари над ним.

Французький вчений Рауль встановив, що відносне зниження насиченої пари розчинника над розчином дорівнює молярній частці розчиненої речовини (закон Рауля):

$$\frac{\Delta P}{P^0} = \frac{P^0 - P}{P^0} = N_2, \quad (1)$$

де P – тиск насиченої пари розчинника над розчином;
 P^0 – тиск насиченої пари над чистим розчинником;
 $P^0 - P$ – зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином;
 N_2 – молярна частка розчиненої речовини.

Молярною часткою i -го компонента розчину N_i є відношення кількості молів цього компонента до сумарної кількості молів всіх компонентів розчину.

Для двокомпонентного розчину рівняння матиме вигляд:

$$N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad (2)$$

де n_1 та n_2 — кількість молів розчинника та розчиненої речовини.

Тоді

$$\frac{\Delta P}{P^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad (3)$$

Оскільки розчин є дуже розведеним, значення n_2 можна знехтувати в порівнянні із значенням n_1 у знаменнику і рівняння буде мати вигляд:

$$\frac{\Delta P}{P^0} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

Позначимо g_1 — масу наважки розчинника;

g_2 — масу наважки розчиненої речовини, а M_1 та M_2 — молярні маси відповідно розчинника та розчиненої речовини.

Тоді

$$n_1 = g_1 / M_1 \quad \text{і} \quad n_2 = g_2 / M_2 \quad (5)$$

Підставимо значення n_1 та n_2 в (3.1.4) і одержимо

$$M_2 = \frac{g_2 M_1}{g_1 \left(\frac{\Delta P}{P^0} \right)} \quad (6)$$

Різниця у тиску насиченої пари над розчином і розчинником є малою та незручною для експериментального визначення з великою точністю. Набагато легше виміряти інші величини, які залежать від значення тиску насиченої пари. До них належать зміна температури кипіння та замерзання розчинів порівняно з відповідними значеннями для чистого розчинника.

При замерзанні розведеного розчину з нього кристалізується чистий розчинник. Замерзання розчину на відміну від чистої рідини іде в деякому інтервалі температур. Перші кристали розчинника виділяються за нової температури (при цьому концентрація розчину збільшується); подальше виділення кристалів з розчинів проходить лише за зниження температури. Температурою замерзання розчину певної концентрації називають температуру, за якої з'являються перші кристали розчинника.

Для точки замерзання рідини є характерним рівноважне співіснування рідкої, кристалічної та газової фаз. При цьому хімічні потенціали в усіх трьох фазах мають бути рівні, а відповідно дорівнюватимуть один одному і значення тиску насиченої пари над рідкою та кристалічними фазами.

Температура замерзання розчину нижча за температуру замерзання чистого розчинника. Різниця між температурою замерзання чистого розчинника і розчину називається зниженням температури замерзання.

Існує залежність між зниженням температури замерзання та концентрацією розчиненої речовини відповідно до закону Рауля, тобто зниження температури замерзання розчину є наслідком зниження тиску насиченої пари над ним.

За допомогою термодинамічних розрахунків можна показати, що між зниженням температури замерзання і концентрацією розчину існує прямо пропорційна залежність.

$$\Delta T = K_K \cdot C, \quad (7)$$

де ΔT – зниження температури замерзання розчину;

K_K – криоскопічна стала;

C – молярна концентрація розчину, кг/л.

Кріоскопічна стала K_K чисельно дорівнює зниженню температури замерзання одномолярного розчину за умови, що розчин цієї концентрації має властивості ідеального, а розчинена речовина не дисоціює і не асоціює.

Кріоскопічна стала

$$K_K = \frac{R(T^0)^2}{1000 \cdot l} \quad (8)$$

де R – універсальна газова стала; l – питома теплота кристалізації розчинника.

З (3.1.8) випливає, що кріоскопічна стала є величиною, характерною для розчинника і не залежить від природи розчиненої речовини.

Концентрація розчиненої речовини. Подається ця кількість молів розчиненої речовини у 1000 г розчинника. Тоді цю концентрацію можна виразити через маси розчинника z і розчиненої речовини g , міркуючи таким чином: якщо розчин вміщує g грамів розчиненої речовини, що становить $\frac{g}{M}$ (M – молярна маса розчиненої речовини) в z грамах розчинника, на 1000 г розчинника припадає C молів розчиненої речовини:

$$C = \frac{1000 \cdot g}{M \cdot z} \quad (9)$$

І рівняння (3.1.7) набуває вигляду

$$\Delta T = K_K \frac{1000 \cdot g}{M \cdot z} \quad (10)$$

Звідси

$$M = K_K \frac{1000 \cdot g}{\Delta T \cdot z} \quad (11)$$

де K_K – кріоскопічна стала, що для води становить 1,86;

g – маса розчиненої речовини;

ΔT – зниження температури замерзання розчину;

z – маса розчинника.

Якщо зміну температури води з часом подати в системі координат температура – час, одержимо криву, що подана на рис. 1.

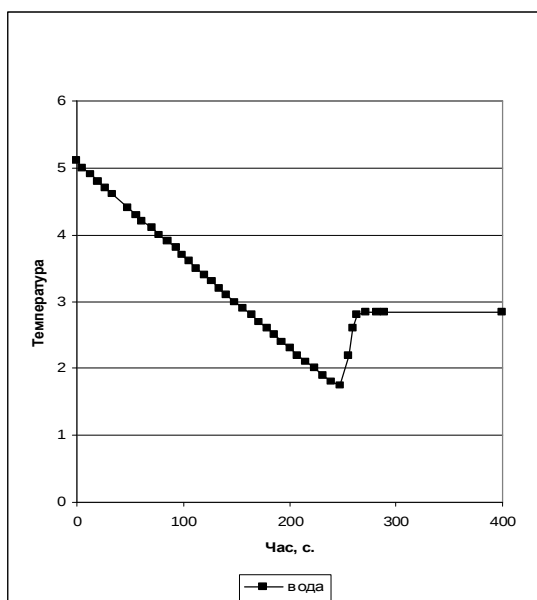


Рис. 1 – Визначення температури замерзання води

У початковий момент вода мала температуру навколишнього середовища, далі вода досягла температури замерзання, але не замерзла, з часом зазнала переохолодження. У точці, де вода досягла 1,75 °C, почали швидко випадати кристали льоду. Температура замерзаючої води за рахунок теплоти кристалізації підвищилась і стала дорівнювати температурі замерзання 2,84 °C. Подальше охолодження не веде до

зниження температури, вона залишається сталою, бо в рівновазі співіснують три фази: пара-вода-лід. Температура залишається сталою, доки в системі існують всі три фази, тобто поки не замерзла вся вода.

Далі визначаємо температуру замерзання розчину фруктози.

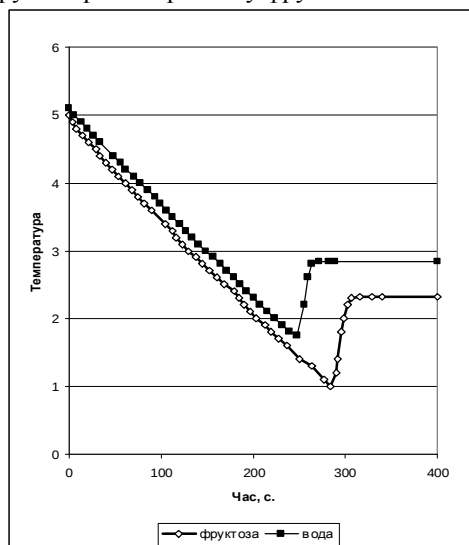


Рис. 2 — Визначення температури замерзання розчину фруктози

Як бачимо, температура розчину поступово знижується до 1 °C, потім різко зростає до 2,33 °C і встановлюється постійною, це і буде температура замерзання. Тепер, знаючи температуру замерзання води та розчину фруктози, можна визначити молярну масу фруктози, підставивши відповідні дані в (11) отримаємо молярну масу цукру:

$$M = K_K \frac{1000 \cdot g}{\Delta T \cdot z} \quad (11)$$

$$M = \frac{1.86 \cdot 0.69 \cdot 1000}{0.51 \cdot 14} = 180$$

Аналогічні дослідження проведемо з розчином лактитолу.

Спочатку визначимо різницю температур замерзання за рис. 3:

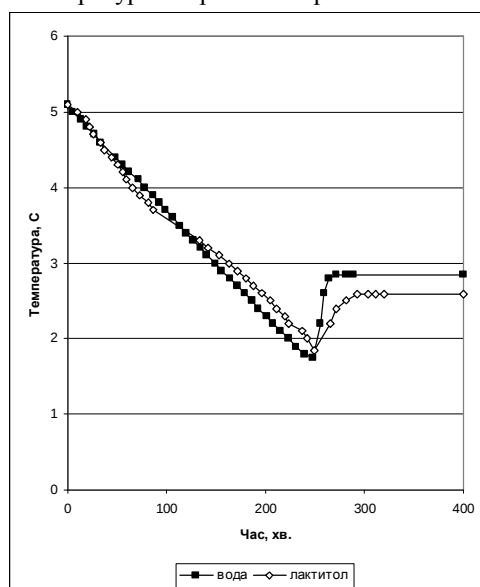


Рис. 3 – Визначення температури замерзання розчину лактитолу

Як бачимо з даного графіка температура поступово знижується до 1,85 °С, а потім стрімко зростає, досягаючи 2,58 °С, це значення і відповідатиме температурі замерзання даного розчину.

Та підставивши відповідні дані у формулу отримаємо молярну масу, що становить:

$$M = K_K \frac{1000 \cdot g}{\Delta T \cdot z} \quad (11)$$

$$M = \frac{1.86 \cdot 0.71 \cdot 1000}{0.26 \cdot 14} = 362$$

Це відповідає даним виробника.

Далі визначимо молярну масу ізомальту так, як і попередні зразки.

Спочатку побудуємо графік зміни температури розчину ізомальту (рис. 4).

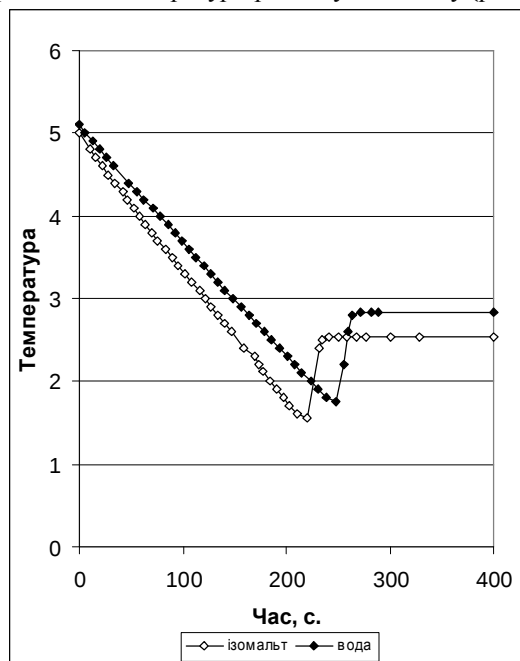


Рис. 4 – Визначення температури замерзання розчину ізомальту

Як бачимо, аналогічно попереднім зразкам температура поступово знижується до 1,55 °С, а потім стрімко зростає до 2,58 °С, що й відповідатиме температурі замерзання даного розчину.

$$M = K_K \frac{1000 \cdot g}{\Delta T \cdot z} \quad (11)$$

$$M = \frac{1.86 \cdot 0.66 \cdot 1000}{0.26 \cdot 14} = 342$$

Визначивши різницю температур, отримаємо значення молярної мас, що також відповідає даним виробника та становить 342.

Висновки

Провівши ряд досліджень, ми встановили молекулярну масу цукрозамінників нового покоління – лактитолу та ізомальту, що відповідно становлять 362 та 342.

Література

1. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – 2-е изд., перераб. — М.: Химия, 1976. – 512 с.
2. Кушнир Ю. Заменители сахара // Продукты и ингредиенты. — 2003. — № 10. — С. 33-38.
3. Прайс фірми "PURAK".

ВПЛИВ СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОЇ ДОБАВКИ КСАНТАНУ НА РЕОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РУХЛИВІСТЬ ВОДИ В ТІСТІ ДЛЯ ДІЄТИЧНОГО БЕЗБІЛКОВОГО ХЛІБА

Луньова О.С., аспірант, Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Обґрунтовано актуальність розробки дієтичного безбілкового хліба для гіпопротеїнових дієт. Досліджено вплив структуруючої добавки ксантану на реологічні показники та рухливість води в безбілковому тісті. Показано позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури тіста.

Actuality of development of dietary non protein bread for gipoprotein diets is grounded. Influence of structurizing addition – xanthan on reologic indexes and mobility of water in non protein dough is researched. Positive influence of this hydrocolloid on forming of dough structure is shown.

Ключові слова: дієтичний безбілковий хліб, структуруюча добавка ксантан, показники пенетрації, адгезії, в'язкості, період релаксації, ЯМР-спектроскопія.

Збільшення випуску дієтичних хлібобулочних виробів – важливий резерв підвищення здоров'я нації. Лікувальний та профілактичний ефект від вживання дієтичних хлібобулочних виробів забезпечується або введенням до рецептури необхідних допоміжних компонентів, або виключенням небажаних. Так, наприклад, хліб для гіпопротеїнових дієт повинен бути із максимально зниженою кількістю білка [1].

Застосування гіпопротеїнової дієти дозволяє ефективно вирішувати проблему профілактики та лікування захворювань, які пов'язані з порушеннями амінокислотного обміну (фенілкетонурія, алкаптонурія, цитрулінемія, гістидинемія, гомоцистинурія, тирозинемія, гіпергліцинемія, лейциноз, цистиноз та ін.), нирковою недостатністю, целиацією. Вживання хворими дієтичного хліба сприяє не тільки лікуванню порушень амінокислотного обміну, але й продовженню життя хворих людей, підвищенню працездатності, надає змогу для адекватної адаптації їх до навколишнього середовища. Адже хліб є одним із головних продуктів харчування [2].

Підприємства хлібопекарської промисловості України майже не випускають спеціального безбілкового хліба і його зовсім недостатньо для забезпечення усіх хворих потрібною кількістю продукції. Більшість родин зобов'язані замовляти життєво важливі безбілкові продукти за кордоном, які мають дуже високу ціну. Все це було поштовхом для розробки нового хлібобулочного продукту для гіпопротеїнових дієт та розширення асортименту безбілкових дієтичних виробів в Україні.

Відмінною рисою безбілкового хліба від традиційних сортів є відсутність в рецептурі пшеничного борошна та заміна його крохмалем. Внаслідок цієї заміни ускладнюється процес структуроутворення тіста, адже крохмаль не містить білків для утворення клейковинного каркасу. Тому необхідною умовою отримання тістової структури у безбілкових виробів є внесення до складу структуруючих добавок. Серед найпоширеніших структуруючих, які застосовуються у виробництві безбілкових дієтичних виробів, є модифіковані крохмалі, целюлоза та її похідні, альгірати, пектини, різні види камедей. Ними було проведено попередні дослідження щодо використання різних гідроколоїдів у безбілковій тістовій системі та було встановлено, що за органолептичними і деякими фізико-хімічними показниками найкращим структуруючим у цій системі виступає ксантан (ксантанова камедь E415).

Метою подальших досліджень було визначення впливу ксантану на формування структури тіста. На даному етапі формування структури оцінювали за показниками пенетрації тіста, адгезії, в'язкості та за рухливістю води, яку визначали на ЯМР-спектроскопії.

Об'єктами досліджень були зразки безбілкового тіста, виготовлені на основі сухої суміші компонентів (крохмаль кукурудзяний, борошно житнє (не більше 5 % до маси кукурудзяного крохмалю), цукор, сіль, сода, ксантан) шляхом замішування з попередньо активованими розчиненими у воді дріжджами. Структуруючу добавку вносили в концентраціях від 0,1 до 0,5 % до маси кукурудзяного крохмалю. Контрольним служив зразок без додавання ксантану. Тісто досліджували після його бродіння протягом (50...55) хв. при температурі (32...34) °С.

Вплив ксантану на реологічні властивості безбілкового тіста в першу чергу визначали за показником пенетрації. Як відомо, пенетрацією називається метод дослідження властивостей продуктів шляхом визначення опору продуктів проникненню в них інденторів (конусу, кулі, голки, циліндра) зі суворо визначеними розмірами, масою і матеріалом з точно визначеною температурою і за визначений час [3].

Дослідження були проведені з постійною швидкістю занурення індентора, зусилля реєструвалося залежно від глибини занурення. Використовувався індентор у вигляді конуса (кут з вершиною конуса α мав 30°). Результати досліджень наведені на рис. 1.

З рис. 1 видно, що при збільшенні концентрації структуроутворювача показник penetрації знижується. Так, введення ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю призводить до зниження величини penetрації майже в 3 рази. Це засвідчує про формування і зміцнення структури тіста.

Для подальшого дослідження впливу ксантану на формування структури безбілкового тіста було проведено визначення залежності адгезії тіста від внесення добавки в різних концентраціях. За означенням, адгезія – це властивість, що ґрунтується на взаємодії поверхневих шарів або фаз двох різних тіл на межі розділу, яка викликає зчеплення тіл. Під час розділення тіл необхідно подолати сили зчеплення [3].

Адгезію визначали прямим методом за силою відриву контактної поверхні від зразка тіста [4]. Отримані дані представлені на рис. 2.

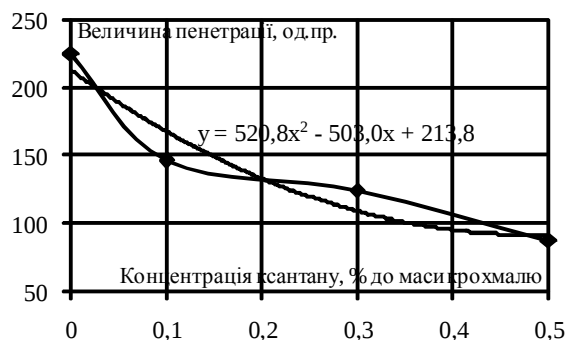


Рис. 1 – Залежність величини penetрації від концентрації ксантану

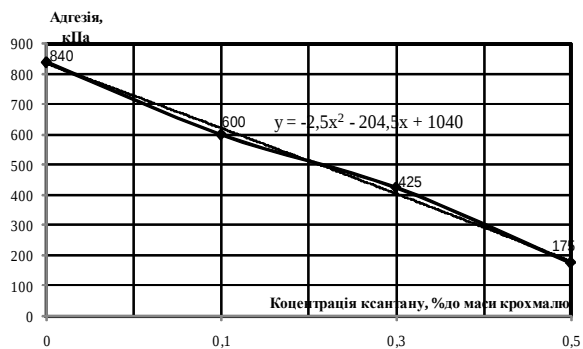


Рис. 2 – Залежність адгезії від концентрації ксантану у безбілковому тісті

З рис. 2 видно, що при збільшенні концентрації ксантану адгезія безбілкового тіста знижується. За концентрації ксантану 0,5 % до маси крохмалю адгезія була у 5 разів меншою у порівнянні з контролем. Це свідчить про збільшення сил зчеплення між структурними компонентами тіста і зниження сил взаємодії тіста з поверхнею обладнання, що має позитивний ефект при виробництві безбілкового хліба (зменшується налипання тіста на робочі органи обладнання, засмічення обладнання та ін.).

Однією із найважливіших реологічних характеристик тіста є в'язкість. Вимірювання проводили на ротаційному віскозиметрі з розширеним діапазоном швидкостей обертання ротора (0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100 с^{-1}). Відомо, що в'язкість за нескінченно малої швидкості зсуву характеризує гідродинамічні взаємодії між елементами тіста та зв'язками з полімерами щільної структури тіста. Отримані дані представлені на рис. 3.

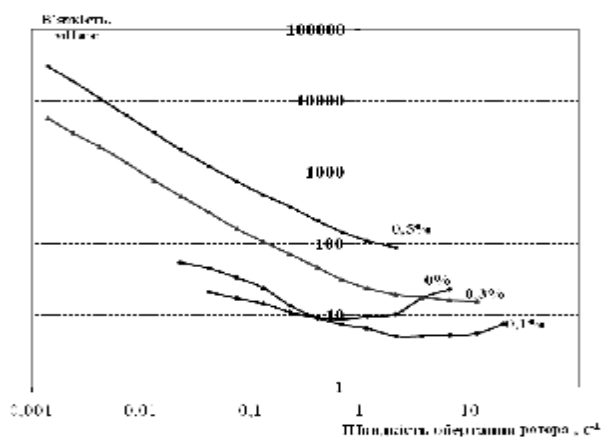


Рис. 3 – Залежність в'язкості безбілкового тіста за різної концентрації ксантану від швидкості обертання ротора циліндра

Виходячи з даних, які наведені на рисунку 3, можна сказати, що при дослідженні контрольного зразка спостерігаються реопексні властивості тіста: на малих швидкостях обертання циліндра (від 0,06 до 0,8 с⁻¹) зразок проявляє в'язко-пластичні властивості, а при збільшенні швидкості обертання відбувається руйнування структури тіста, при цьому в'язкість системи починає різко зростати. Таке тісто дуже складно використовувати на виробництві, тому що неможливо передбачити його поведінку при обробці, а це може призвести до виходу з ладу обладнання, його засмітнення та ін.

Аналогічним чином веде себе дослідний зразок із концентрацією ксантану 0,1 %. Властивості цього тіста дуже близькі до контролю, але реопексні властивості починають проявлятися на більших швидкостях ніж у контрольного зразка (6,5 с⁻¹).

При дослідженні тіста з концентрацією ксантану 0,3 % та 0,5 % до маси крохмалю спостерігається наявність в'язко-пластичних властивостей і в'язкість тіста зростає із збільшенням концентрації ксантану.

Крім того, вплив ксантану на формування структури тіста було досліджено за рухливістю води, яку визначали методом ядерно-магнітного резонансу «Спінове ехо». Цей метод дозволяє одночасно одержувати інформацію про кількість резонуючих ядер, що характеризує кількість води, а також про характер молекулярної рухливості води, що характеризує її стан в системі.

В результаті досліджень було отримано значення періоду спін-спінової релаксації (T₂). Враховуючи те, що для рідин значення T₂ завелике, а для твердих тіл – замале, можна говорити про тенденцію зв'язаної або вивільненої води у дослідних зразках. Отримані дані наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Величини значень періоду T₂ для безбілкового тіста з різною концентрацією ксантану, визначені на ЯМР-спектрометрі

Концентрація ксантану (C), % до маси крохмалю	0 % (Контроль)	0,1 %	0,3 %	0,5 %
Період спін-спінової релаксації (T ₂)	0,028	0,027	0,0257	0,024

Отримані дані свідчать про наявність квадратичної залежності періоду спін-спінової релаксації від концентрації ксантану в тісті. Цю залежність можна виразити рівнянням:

$$T_2(C) = a_0 + a_1 \cdot C + a_2 \cdot C^2;$$

$$T_2(C) = 0,028 - 9 \cdot C + 2 \cdot C^2.$$

Видно, що при збільшенні концентрації ксантану період спін-спінової релаксації зменшується, що свідчить про зменшення рухливості води і наявність більшої кількості зв'язаної води. Це ще раз підтверджує, що ксантан виступає в тісті в якості структуроутворювача.

Висновок

Таким чином, проведені дослідження впливу концентрації ксантану на реологічні властивості тіста свідчать про позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури безбілкового тіста для дієтичного хліба.

Література

1. Пискунов, С. В. О направлениях развития производства диетических хлебобулочных изделий [Текст] / С.В. Пискунов // Хлебопечение России. – 2002. – №6. – С. 6-7.
2. Пискунов, С. В. Об анализе потребления диетических хлебобулочных изделий [Текст] / С.В. Пискунов // Хлебопечение России. – 2002. – №2. – С. 7.
3. Горальчук, А. Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник [Текст] / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Грінченко, М.І. Погожих та ін. / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Харків, 2006. – 63с.
4. Дятлов, А. Д. Об адгезии теста [Текст] / А. Д. Дятлов, Н. Я. Мазур // Пищевая технология. – 1988. – №1. – С. 114-117.

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Машир Н.П., старший викладач, Паламарек К.В., магістр
Чернівецький торгово-економічний інститут
Київського національного торговельно-економічного університету

Науково обґрунтовано доцільність використання порошків з виноградних вичавок, отриманих за криогенною технологією, у виробництві борошняних виробів. Встановлено, що введення кріас-порошків до рецептур бісквітних, пісочних і дріжджових напівфабрикатів дозволяє отримати високоякісну готову продукцію з покращеними структурно-механічними властивостями, підвищеною біологічною цінністю і подовженими термінами зберігання. На основі знайдених закономірностей розроблено рецептури і технології борошняних виробів з використанням кріас-порошків з виноградних вичавок.

Scientifically grounded expedience of the use of powders from vine spues, got on cryogenic technology, in the production of flour wares. It is set that introduction of krias-powders to compounding of biscuitine, sandy and zymic ready-to-cook foods allows to get the high-quality prepared products with improving structurally mechanical properties, enhanceable biological value and prolonged shelf-lives. On the basis of the found conformities to the law compounding and technologies of flour wares is developed with the use of krias-powders from vine spues.

Ключові слова: кріас-порошок, борошняні кондитерські вироби, пектинові речовини, β -каротин, нетрадиційна сировина, кондитерські вироби.

Здорові продукти харчування – це, з одного боку, джерела надходження необхідних нутрієнтів в організм людини, а з другого – регулятори концентрацій шкідливих речовин в ньому, які мають захисне і оздоровче значення. Під функціональним харчуванням розуміють рівномірне і правильне споживання продуктів природного походження, які при цьому справляють регулюючу дію на організм цілому або на його окремі системи і органи.

Звичайні харчові продукти стають функціональними в результаті часткової заміни інгредієнтів, залишок яких дає негативний фізіологічний ефект, компонентами корисними для здоров'я людини. До останніх можна віднести інсулін і олігофруктани – вуглеводні складові топінамбура.

Інсулін та олігофруктани – непереварювані компоненти їжі – придатні для отримання функціональних продуктів харчування, тому що мають властивості харчових волокон, сприяють зниженню калорійності виробів, мають гепатопротекторні і гіпохолестеринематичні характеристики, є високоефективними антиоксидантами. Їх можна легко модифікувати в суміш цукрів, вміщуючи (74,2-92,5) % фруктози, а фруктоза кращий замінювач цукрози.

Із топінамбура можна отримати інсулінвмісні продукти, в тому числі пюре, яке рекомендується використовувати при виготовленні зефірної маси для тортів і тістечок. Оптимальне співвідношення яблучного і топінамбуrowого пюре 1:3. Щоб придати зефірній масі і виробу дієтичні властивості, можна цукор замінити фруктозою і сорбітом. Маса при цьому отримується рівномірно пориста, пишна, володіє доброю формостійкою здатністю, а вироби з продуктами переробки топінамбура можна віднести до функціональної групи, тому що фруктоолігосахариди не тільки сприяють покращенню смакових і технологічних властивостей, але і позитивно впливають на здоров'я людини.

Пріоритетним напрямком підвищення біологічної цінності кондитерських виробів є введення до їх рецептури сировинних компонентів – носіїв незалежних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин. Рослинна сировина також може служити джерелом біологічно активних сполук, які навіть в мінімальній кількості справляють стимулюючу дію на організм людини. Згідно фармакологічним даним, багато рослин мають лікувально-профілактичне значення. Так, при лікуванні захворювання шлунку, печінки, жовчного міхура використовують корінь кульбаби, безсмертник, коріандр, м'яту; для лікування нирок – корінь петрушки, спориш; для верхніх дихальних шляхів – душицю, мелісу. Ромашка, липа, звіробій володіють протизапальними властивостями, нагідки, кропива дводомна – бактерицидними.

Вивчено можливість використання фітодобавок з лікарських трав у виробництві желейних і збивних напівфабрикатів, а також печива, тортів і тістечок функціонального призначення. Фітодобавки рекомендуються вносити як настої рослин. Розроблено технологічні інструкції з виготовлення желейних і зефірних мас на на-

стоях вівса, вітамінних зборах, що включають шипшину, а також на декількох трав'яних зборах, що вміщують траву череди, листя меліси, м'яти, кропиви та інших лікарських рослин.

При виробництві борошняних кондитерських виробів доцільно використовувати такий нетрадиційний вид сировини, як зародки пшениці. В них вміщується (30-33) % білка, (10-13) % жиру, (10-12) % цукрів, (15-25) % крохмалю. Вони багаті на мікро і макроелементи, вітаміни.

В Україні освоєна схема помелу зерна пшениці з відокремленням зародків у виді зародкових пластівців (ЗПП), тому цехи по виробництву борошняних кондитерських виробів можуть бути забезпечені цією сировиною. Обжарені при температурі (120-130) °С впродовж (15-20) °С, ЗПП набувають смак, що нагадує горіховий. На основі цієї сировини розроблено печиво "Золотий горішок" з витратою обжарених ЗПП 266 кг на 1 т. Пшеничне борошно і ЗПП беруться у співвідношенні 1:1. Печиво має круглу форму, характерний горіховий смак і може вироблятися на патоково-механізованій лінії для виробництва здобного печива.

З використанням ЗПП можна виготовляти печиво для діабетиків. Розм'якшений маргарин змішують впродовж 4 хв з меланжем, хімічним розпушувачем. До отриманої суміші додають (70-80) %-вий водний розчин сорбіту температурою (25-35) °С в кількості (16-31) % від маси всієї сировини і перемішують 35 хв. Потім в отриману емульсію додають борошно сумісно з обжареним ЗПП. Готове тісто формують і випікають при температурі 185 °С впродовж 21 хв, охолоджують, пакують.

Додавання в склад рецептурних компонентів обжарених ЗПП сприяє утворенню розсипчастої структури печива і забезпечує підвищення його харчової цінності, а використання замість цукру сорбіту робить його дієтичним для хворих на діабет.

Впродовж багатьох десятиріч проводяться дослідження в межах комплексного використання продуктів переробки сої з метою отримання продукції на основі її біологічно активних речовин. В результаті цих досліджень в продуктах переробки сої виявлений ряд специфічних властивостей, які характеризують їх лікувально-профілактичну направленість, тобто ефективність в корекції метаболічних порушень ліпідного, вуглеводного, мінерального обміну, імунного і антибактеріального статусу. Борошняні кондитерські вироби – продукти повсякденного попиту, але низької харчової цінності. Тому їх доцільно збагачувати продуктами переробки сої з метою створення продукції лікувально-профілактичного призначення для осіб з захворюванням серцево-судинної системи.

Рекомендується у виробництві пряників використовувати сухе соєве молоко і соєву олію. Пряники можна готувати за такою рецептурою: борошно пшеничне вищого ґатунку – (55-60) %, цукровий пісок – (20-25) %, сухе соєве молоко – 15 %, соєву олію, розпушувач. Технологія приготування традиційна. При цьому збільшується термін зберігання пряників. У готових виробах збільшується вміст білка, а також вітамінів В1, В2, В4, С, фолацину, біотину, холіну, здатних знижувати в організмі людини рівень холестерину і є судинорозширювальними.

Практичний інтерес у виробництві борошняних кондитерських виробів лікувально-профілактичного призначення має соєвий білково-ліпідний комплекс (СБЛК). СБЛК представляє собою мазеподібну масу світло-кремового кольору зі слабко вираженим присмаком і запахом сої, вміщує 36 % білка, 28 % жиру, рН 3,2.

В рецептурах борошняних кондитерських виробів передбачено внесення в тісто (20-30) % жиру. В більшості з них використовують маргарин. Використання його при виготовленні продукції лікувально-профілактичного призначення недоцільно, тому що збільшується енергетична цінність продукції і в ній присутній холестерин.

При виготовленні печива спеціального призначення рекомендується замінити 25 % маргарину СБЛК. При цьому тісто набуває добре виражені пластичні властивості; підвищується намокливість готових виробів, поліпшуються органолептичні показники: смак, колір, структура. А також у виробах зменшується частка насичених жирних кислот, збільшується вміст вітаміну С, мікроелементів Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Zn.

Таким чином печиво отримує лікувально-профілактичне призначення, його рекомендують для зниження артеріального тиску.

Лікувально-профілактичне харчування розглядається також як захисний засіб від шкідливих факторів навколишнього середовища. Один з таких напрямків в системі захисних заходів – забезпечення населення фруктами, які вміщують як добавки пектин і β-каротин. Відомо, що пектинові речовини зв'язують іони тяжких металів і звільняють від них організм, полегшують виведення жирів і холестерину, справляють проти виразкову і противірусну дію. Дослідження останніх років підтвердили антиканцерогенну активність вітамінів, перш за все β-каротину, який має властивість зменшувати ризик злоякісних новоутворень. В зв'язку з цим є актуальним у виробництві печива, пряників, тортів, рулетів, кексів створення рецептур і технологій з додаванням пектину, пектиномісної сировини і β-каротину. Так була розроблена рецептура торта "Насолода", в яку, поряд з традиційною сировиною, ввійшли низкоетерифікований пектин і β-каротин. В якості випеченого напівфабрикату був використаний бісквіт, який вміщував 2 г пектину і 6 мг β-каротину на 100 г готового напівфабрикату. В якості основного оздоблювального напівфабрикату рекомендовано використовувати пастильну масу, яка виготовляється на яблучному пектині і вміщує 2,5 г пектину і 12 мг β-каротину на 100 г готово-

го напівфабрикату. Іншим оздоблювальним напівфабрикатом може бути желе. В якості драглеутворювача для нього використовують яблучний пектин (2,5 г на 100 г готового напівфабрикату), а для формування кольору і підвищення біологічної цінності можна використовувати β -каротин (20 мг на 100 г готового напівфабрикату).

Енергетична цінність такого виробу буде складати 270-300 ккал, що значно нижче традиційних.

Особливий інтерес у виробництві лікувально-профілактичних борошняних кондитерських виробів представляє препарат “Маринід” – продукт переробки бурих водоростей – ламінарій. Він може використовуватися як ентеросорбент, що виводить із організму токсичні речовини і добавки, та містить йод, дефіцит якого призводить до зниження функції щитовидної залози. У порошку “Маринід” містяться полісахариди і не менше 0,01 % йоду. Йод присутній у водоростях у вигляді органічних сполук, чим обумовлено відсутність ризику його передозування. Рекомендується його додавати в кількості (1-2) % до маси сировини у виробі.

Нами були проведені лабораторні випічки здобного печива “Вершкова насолода” на кондитерській фабриці “Кліп-сідра” з вмістом вершкового масла 27 %. Порошки із шкідливості, насіння та вичавків винограду сорту “Каберне” додавали у кількості 5 % до маси вершкового масла і вистоявали його протягом 12 годин при температурі (18...20) °С. Екстракт з вичавків винограду вводили в кількості 0,5 % (на сухі речовини) до маси масла без попереднього вистоявання. Зразки печива зберігались при температурі (18±3) °С і відносній вологості повітря не більше 75 % протягом двох місяців.

Окислювальні процеси контролювали за зміною кислотних, перекисних та карбонільних чисел жиру печива.

Висновки

Результати досліджень показали, що додавання кріас-порошків з виноградних вичавків і екстракту з вичавків винограду подовжує термін зберігання здобного печива «Вершкова насолода» на вершковому маслі з вмістом його 27 % на (30-80) %. Проведені дослідження були покладені в основу розробки нових видів печива з подовженими термінами зберігання.

За фізико-хімічними показниками пісочне печиво з кріас-порошками з виноградних вичавків практично не відрізнялося від контролю, а за органолептичними показниками дослідні зразки відрізнялися оригінальним фіолетово-коричневим забарвленням. Розроблено технології та рецептури пісочного печива з кріас-порошком з виноградних вичавків; на нові види продукції затверджена документація у вигляді технологічних карт.

Використання поліфункціональних рослинних добавок, таких як мікрокристалічна целюлоза, морські водорості, пектини, дозволяє розширити асортимент профілактичних виробів, знизити калорійність і подовжити термін їх свіжості.

Література

1. Кудряшова А.А. Новые направления научно-технического развития в области питания, здоровья и экологии // Пищ. пр-ть. – 2005. – №9. – С. 110-111- и // Пищ. пр-ть. – 2005. – №10. – С. 92-93.
2. Смоляр В.И. Рациональное питание. – К.: Наукова думка, 1991. – 365 с.
3. Ванханен В.В., Ванханен В.Д. Учение о питании. – Донецк: Донецчина – Медицина, 2000. – 325 с.
4. Пищевая химия / под ред. А.П. Нечаева. – С-Пб, ГИОРД, 2001.
5. Биологически активные криас-добавки в новом поколении продуктов питания с повышенной биологической ценностью. НПО «Криас-1».- Харьков, 2000. – 89 с.

УДК 620.2:664.664.4+664.64.016

ВПЛИВ ДОБАВОК РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ЖИРОВОЇ ОСНОВИ КЕКСІВ

Лозова Т.М., канд. техн. наук, доцент, Ковальчук Х.І., аспірант
Львівська комерційна академія, м. Львів

У статті узагальнено результати досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених, які пов'язані з вивченням стабілізуючого впливу рослинних добавок на жировій основі борошняних кондитерських виробів. Наведено результати експериментальних дослідів з виявлення антиокислювальної дії добавок

The researches of foreign and native scientists, what connect with investigation of stabilization influence of plant adds on basis of fat of mealy confctionery are generalized in artic. The researches of experiments on discover of antioxidant effect of adds are directed.

Ключові слова: кекси, добавки, антиокислювальна дія, пероксидне число, зберігання, якість.

Борошняні кондитерські вироби мають значний попит у населення. Високими смаковими характеристиками відрізняються кекси. Останніми роками асортимент кексів поступово оновлюється, впроваджуються новітні технології, проводяться заходи щодо підвищення якості виробів та використання нових пакувальних матеріалів. Проте сектор кексів у групі борошняної кондитерської продукції є найменш розробленим та дослідженим. Чисельні дослідження вчених за останнє десятиліття свідчать про те, що дефіцит антиоксидантів у виробах служить однією з причин розвитку атеросклерозу та інших захворювань, оскільки перебіг багатьох біохімічних реакцій, що забезпечують життєдіяльність клітин організму, відбувається з утворенням і участю вільних радикалів [1]. Вагомості набуває проблема застосування природних антиоксидантів, які на відміну від хімічно синтезованих не виявляють негативного впливу на організм та сприяють збагаченню важливими макро- та мікронутрієнтами.

Зарубіжними і вітчизняними вченими проводилися дослідження для виявлення антиоксидантної активності різних рослинних добавок на різних жирах. Визначено, що олії, вилучені в 276 кг/см², за допомогою CO₂ у понадкритичному стані і гексаном мають понижено окислювальну стабільність. Більш висока стабільність олії до окислення у процесі з гексаном обумовлена наявністю у ньому більшої кількості каротиноїду. Олії обох процесів характеризуються однаковими концентраціями токоферолів і швидкістю вилучення у ході всієї екстракції, а також прискореним відділенням токоферолів на початковій стадії [2].

Стабільність олії до окислення в присутності Span 20, 80, 85, монолаурату або моно-, триомату сорбітану визначали за допомогою перекисного показника. При цьому тривалість окислення під дією ультрафіолетового світла змінювали у певних межах. Отримані експериментальні дані вказують на існування взаємозв'язку між стабільностями емульсії і олії до окислення [3]. Стабілізуюча ефективність Spans обумовлена їх хімічною структурою і здатністю взаємодіяти з гідроперекисами. Дослідниками доведено, що додавання олії *M. oleifera* до соняшникової і соєвої (0-80 %) знижує вміст лінолевої кислоти від 67,0 % до 17,2 % і від 56,2 % до 14,6 %, відповідно, і збільшує вміст олеїнової кислоти від 26,2 % до 68,3 % і від 21,4 % до 65,9 %. Стійкість до окислення (пероксидне число, йодне число, індукційний період) зростає при додаванні олії *M. oleifera* і досягає максимуму за співвідношення олія *M. Oleifera*: соєва олія 80:20 (за вагою). Навіть 20 % добавка олії *M. oleifera* підвищує характеристики соєвої і соняшникової олії. Таким чином, доцільно використовувати добавки в олії з високим вмістом олеїнової кислоти олії *M. oleifera* з метою отримання олій з підвищеною стійкістю.

Досліджено вплив екстракту біофлавоноїдів високого очищення з листя зеленого чаю, який являє собою галлат епігаллокатехіну на процес окислення у зворотних емульсіях, які містять джерела поліненасичених жирних кислот. Показано, що введення до складу емульсій 0,1 % водорозчинного галлату епікатехіну суттєво сповільнює процес утворення первинних продуктів окислення [4]. Встановлено, що галлат епігаллокатехін виявляє у зворотних емульсіях більш високу антиоксидантну активність порівняно з відомими синтетичними і природними антиоксидантами жирних продуктів. Вивчено процес утворення первинних продуктів окислення в присутності сумішей галлату епігаллокатехіну з α -токоферолом і аскорбіновою кислотою. Розроблений спосіб підвищення окислювальної стійкості жирних продуктів емульсійної природи з використанням нового виду природного антиоксиданту – екстракту біофлавоноїдів високого очищення з листя зеленого чаю (ТеавігоTM). З використанням методики розрахунку заданого складу жирних сумішей за жирнокислотним складом вихідних компонентів розроблено жирові основи спредів, що являють собою трьох- і чотирьохкомпонентні суміші рослинних олій рідкої і твердої консистенції з підвищеним, збалансованим вмістом поліненасичених жирних кислот, і які забезпечують задану консистенцію емульсійного продукту.

Розглянута можливість використання токоферолів в олієжировій промисловості. Токоферолі додавали у тваринні жири, особливо вони ефективні у фритюрних оліях після гідрогенізації, у процесі якої природні токоферолі руйнуються і виникає їх дефіцит [5].

Доведено, що напівфабрикати з плодів шипшини, особливо насіння, - перспективна сировина для виготовлення жиромістких кондитерських виробів тривалого зберігання [6]. Оцінено антиоксидантні ефекти і розщеплення α - і δ -токоферолу у концентраціях (0,01-0,1) % на процес окислення комерційного жиру під час термічної обробки за 160 °C. У ході експерименту кожні 15 або 30 хв визначались значення пероксиду і кон'югованих дієнів в якості первинних продуктів окислення, р-анізидин-реактивні продукти і гексаналь в якості вторинних продуктів окислення, а також вивчалась стабільність токоферолів [7]. Вміст жирних кислот визначався через 6 год. Зразки жиру, збагаченого α -токоферолом, мали значно меншу стійкість до окислення порівняно із зразками, що містять δ -токоферол. Стійкість утворення продуктів як первинного, так і вторинного окислення підвищувалася тільки в присутності α -токоферолу. Останнє спостереження підтверджується як для всього об'єму окислення, так і для першої стадії, що свідчить про те, що лаг-фаза існує тільки для δ -токоферолу. Відмічені антиоксидантні ефекти, можливо, викликані більш високою стабільністю δ -токоферолу порівняно з α -токоферолом, який швидше окислюється до токоферильних радикалів, а вони можуть брати участь у побічних реакціях, забезпечуючи підвищену швидкість

окислення. Отже, гомологи токоферолу виявляють різні антиоксидантні активності, менш ефективний гомолог – α -токоферол піддається дезінтеграції швидше, ніж δ -токоферол.

Встановлено, що виноградні вичавки містять 12,2 % білка і 13,5 % олії, а плодоніжки – велику кількість розчинних харчових волокон (15 % від загальної кількості харчових волокон) і високий вміст лігніну в обох пробах, особливо у плодоніжках (31,6 %). Встановлена висока здатність зв'язування вільних радикалів вичавками, яка набагато перевищує цей показник для інших продуктів [8].

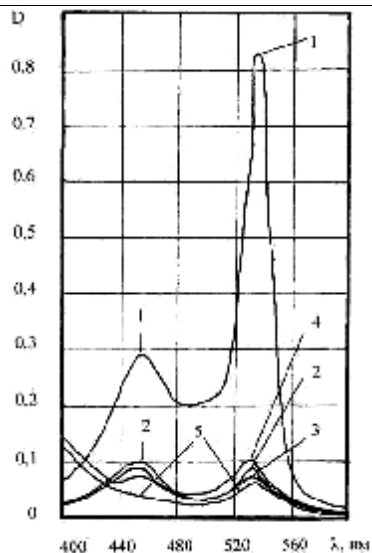
Під час проведення експериментальної частини досліджень як контроль була використана жирова основа кексу – зразок маргарину Молочного. У дослідних пробах до складу вносили порошки з моркви, чорної смородини, глоду, журавлини. Дослідним шляхом було обрано оптимальні концентрації вказаних добавок – (0,5 і 1) % за масою. Для вивчення зміни показників окислювальної стабільності жирової основи у процесі зберігання дослідженню піддавали зразки маргарину, що зберігалися за температури $(98 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 1, 3, 5 і 7 діб і за відносної вологості повітря $(75 \pm 2) \%$.

Органолептичні показники маргарину з рослинними добавками особливо не змінювались, тоді як у контрольному маргарині зміни відбулися, що позначилося на погіршенні його смаку. Таким чином, збагачення маргарину рослинними добавками дозволило зберегти їх органолептичні показники якості протягом всього строку зберігання. Найбільш приємним смаком вирізнявся зразок маргарину з введенням порошку журавлини.

Проведене порівняльне вивчення окислювальної стійкості під час зберігання жирової основи кексів. Динаміка накопичення первинних продуктів окислення у контрольному та дослідних зразках маргарину простежується за даними, наведеними у табл. 1.

Таблиця 1 – Зміна вмісту пероксидів у маргарині Молочному у процесі зберігання в модельних умовах за температури $(98 \pm 2)^\circ\text{C}$, ммоль О/кг

Зразки жиру і вміст добавок, % до маси жиру	Тривалість зберігання, діб			
	1	3	5	7
Контроль	0.27	0.81	1.14	1.62
Порошок журавлини, 0.5	0.19	0.40	0.74	0.90
Порошок журавлини, 1.0	0.15	0.26	0.53	0.71
Порошок моркви, 0.5	0.24	0.65	0.94	1.19
Порошок моркви, 1.0	0.21	0.57	0.83	1.16
Порошок чорної смородини, 0.5	0.21	0.43	0.87	1.17
Порошок чорної смородини, 1.0	0.20	0.42	0.85	1.08
Порошок глоду, 0.5	0.23	0.51	0.92	1.23
Порошок глоду, 1.0	0.21	0.52	0.90	1.10



1 – контроль; 2 – морква; 3 – глід;
4 – чорна смородина; 5 – журавлина

Рис. 1 – Спектрограми продуктів окислення маргарину з 2-ТБК після 10 діб зберігання за температури $(98 \pm 2)^\circ\text{C}$ з порошками, 1,0 %

Рослинні напівфабрикати сповільнили збільшення пероксидного числа жирової основи під час зберігання. Порошки із журавлини та чорної смородини виявилися найбільш ефективні з точки зору захисту жиру від окислення. Додавання порошку журавлини у кількості 0,5 % запобігло зростанню кількості перекисів в 1.4 рази після 1 доби зберігання, 2.1 рази – 3 діб, 1.5 рази – 5 діб і в 1.8 рази – після 7 діб зберігання. Підвищення концентрації добавки до 1,0 % може дещо сильніше інгібувати процес окислення, викликаний вільними радикалами. Так, наприклад після 3-денного зберігання в модельних системах пероксидне число у цьому зразку жиру становило 0.26 ммоль О/кг, 5-денного – 0.53, а після 7-денного – 0.71 ммоль О/кг. Природний антиоксидант на основі морквяного порошку здатний знизити інтенсивність окислення маргарину в 1.1-1.4 рази за весь період зберігання. Наявність антиокислювальної дії використаних рослинних добавок доведена також спектрофотометричним методом (рис. 1). Утворення моноальдегідів у зразку жиру з порошком моркви був в 2,9 рази меншим порівняно з контрольным зразком. Порошок з

чорної смородини і глоду дозволили сповільнити на копичення таких сполук відповідно в 3,2 і 3,9 разів.

Вплив антиоксидантів на окислення маргарину також підтверджений меншим накопиченням вторинних продуктів окислення з довжиною хвилі 532-535 нм.

Висновки

1. Показано важливість підбору антиоксидантів, здатних вплинути на окислювальні процеси у жирі. Результати досліджень довели, що високою протиокислювальною дією характеризуються препарати журавлини, чорної смородини, глоду та моркви.

2. Перспективи використання порошків рослинної сировини з точки зору антиоксидантного впливу представлені антиоксидантними комплексами БАР – вітамінів, каротиноїдів, аскорбінової кислоти, флавоноїдів, ефірних олій, які здатні збільшити строки зберігання жиру. Це обумовлює можливість підвищення біологічної цінності кексів.

Література

1. Базарнова Ю.Г. Исследование антиоксидантной активности природных веществ / Ю.Г. Базарнова, К.Ю. Поляков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. - № 3. – С. 31-36.
2. Jachmanian Ivan, Margenat Lucia, Torres Ana I., Grompone Maria A. Estabilidad oxidativa y contenido de tocoferoles en el aceite de canola extraído con CO₂ supercrítico // Grasas y aceites. – 2006. – 57, № 2. – P. 155-159.
3. Ambrosone L., Mosca M., Ceglie A. Impact of edible surfactants on the oxidation of olive oil in water-in-oil emulsions // Food Hydrocolloids. – 2007. – 21, № 7. – P. 1163-1171.
4. Печерская Н.В. Разработка способа повышения окислительной устойчивости жировых продуктов эмульсионной природы : автореф. дис. На соиск. Уч. Степ. Канд. Техн. наук / Н.В. Печерская. – Москва, 2006. – 26 с.
5. Шахнович Л. Натуральные токоферолы Рикэн – эффективная защита продуктов питания от воздействия процессов окисления жиров // Пищевая промышленность. – 2006. - № 6. - С. 62-63.
6. Магомедов О.В. Полуфабрикаты из шиповника и сроки годности жироемких изделий / Г.О. Магомедов, Т.Н. Мирошникова, О.В. Абдугалимова // Кондитерская фабрика. – 2006. - № 9-10. – С. 46-47.
7. Nogala-Kaluska Malgorzata, Korczak Jozef, Elmadfa Ibrahim, Wagner Karl-Heinz. Effect of α - and δ -tocopherol on the oxidative stability of a mixed hydrogenated fat under frying conditions // Eur. Food Res/ and Technol. – 2005. – 221, № 3-4. – P. 291-297.
8. Llobera Antonia, Canellas Jaime. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro grape (Vitis nifera): pomace and stem / Food Chem. – 2007. – 101, № 2. – P. 659-666.

УДК 544.022.822:664.654.2

ЗАЛЕЖНІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРАГЛІВ АГАРУ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ КРІАС-ПОРОШКІВ

Туз Н.Ф., аспірант, Артамонова М.В., канд. техн. наук, доц., Лисюк Г.М., д-р техн. наук, проф.
Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків

Розглянуто вплив кріас-порошків з листя кропиви, суцвіття нагідок та чорноплідної горобини на функціональні властивості драглів агару.

Influencing of krias-powders from the leaves of nettle, inflorescences of calendula or black rowan on functional properties of agar gelose is considered.

Ключові слова: драглі агару, кріас-порошки, рослинна сировина, функціональні властивості, міцність, температура драглеутворення, температура розплавлення.

Желейні кондитерські вироби отримують у результаті застосування фруктових пектиновмісної сировини або драглеутворюючих речовин (драглеутворювачів): агару, агароїду, пектину, модифікованого крохмалю або желатину, особливістю яких є можливість за певних умов утворювати драглі [1,2].

Агар – драглеутворювач, який використовують в кондитерській промисловості для отримання драглевої структури мармеладу, желейних цукерок, а також пастильних виробів і корпусів збивних цукерок. До складу агару входять (%): полісахаридів 70-80, води 10-20, мінеральних речовин 1,5-4,0, в яких значна доля припадає на органічно зв'язану сіру. Агар добре розчиняється у гарячій воді (90 °C і вище), утворюючи колоїдний розчин, який в свою чергу при охолодженні переходить в драглу (гель), який від-

різняється скловидним зломом. Для отримання міцного драгла, який піддається різанню, достатньо від (0,3 до 1) % агару до маси водного розчину (в залежності від спроможності до драглеутворення даного зразка агару).

Агаро-цукрово-водний розчин утворює драгли, які проявляють стійкість до нагрівання в вакуумі і за атмосферного тиску. Однак при підкисленні драгли стійкість його під час нагрівання різко знижується. При наявності кислоти у складі драгли виникає гідроліз агару, який викликає зниження його спроможності до драглеутворення, особливо інтенсивно це явище протікає за підвищених температур середовища, починаючи з 60 °C [2,3].

Під час виробництва мармеладних виробів окрім драглеутворювача та основних рецептурних компонентів використовують барвники. Запропоновано використання кріас-порошків з рослинної сировини для надання забарвлення желейним виробам. Рослинна сировина у своєму складі містить біологічно активні речовини, вітаміни та мікроелементи. Особливістю порошків, отриманих за кріогенною технологією, є те, що вітаміни і мікроелементи знаходяться у високоактивній біозасвоєній формі. Отримано ряд пріоритетних даних про захисну роль біологічних комплексів кріас-порошків антоціанової, каратиноїдної, хлорофільної природи [4].

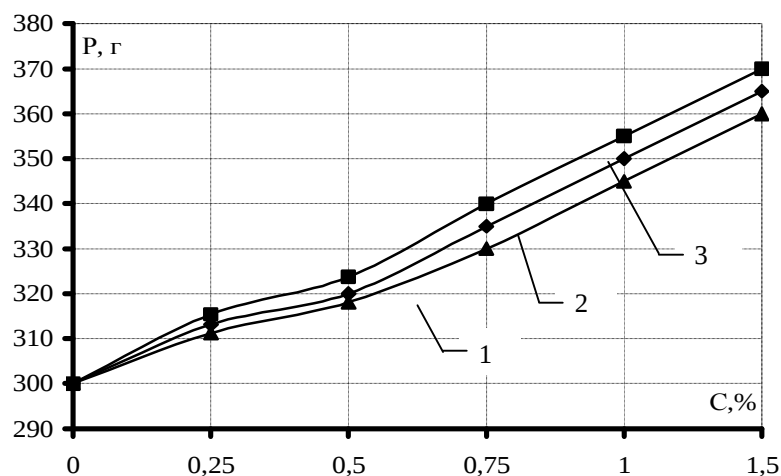
Зважаючи на перераховані переваги використання кріас-порошків з рослинної сировини у технології желейних кондитерських виробів вважається доцільним провести дослідження та встановити вплив кріас-порошків на функціональні властивості драглів агару.

Метою статті є вивчення впливу кріас-порошків з листя кропиви, суцвіття нагідок та чорноплідної горобини на функціональні властивості драглів агару та встановлення залежності властивостей драглів агару від внесення кріас-порошків.

До функціональних властивостей драглів агару відносять: міцність, температуру драглеутворення, температуру розплавлення. Об'єктами дослідження були обрані драгли агару приготувані з використанням водних розчинів кріас-порошків різних концентрацій від 0,25 % до 1,50 %. За контрольний зразок обрано драгли агару, які не містять кріас-порошків.

Визначення міцності драглів проводили на приборі Валента за стандартною методикою, яку засновано на визначенні маси навантаження, необхідної для руйнування структури драгла.

На рисунку 1 представлено залежність міцності драглів агару від концентрації кріас-порошків. Міцність контрольного зразка становить 300 г.



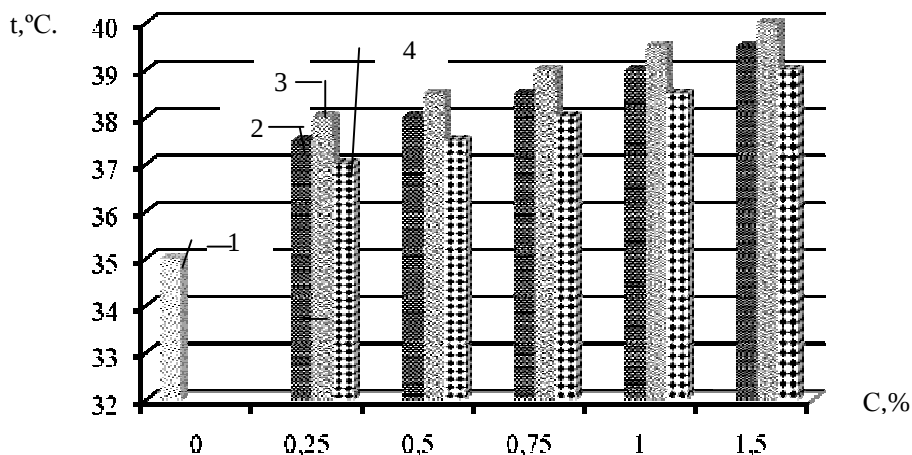
1 – з чорноплідної горобини; 2. – з листя кропиви; 3 – з суцвіття нагідок.

Рис. 1 – Залежність міцності драглів агару від концентрації кріас-порошків

Як видно з рис. 1, міцність драглів агару залежно від концентрації внесених порошків підвищується. Так, під час внесення кріас-порошку з чорноплідної горобини, міцність зростає від 5 % до 20 %, з листя кропиви – від 5 % до 22 %, з суцвіття нагідок – від 5 % до 23 % порівняно з контрольним зразком. Це можна пояснити тим, що в порошках з рослинної сировини міститься певний відсоток пектинових речовин, що в свою чергу сприяє підвищенню міцності драглів.

Під час виготовлення желейного мармеладу важливим є процес переходу розчину драглів агару з рідкого текучого стану в напівтвердий, драглеподібний. Цей перехід в розчинах високомолекулярних речовин відбувається не стрибкоподібно, з деякою розмитістю температури драглеутворення. Під час драглеутворення розчинів агару макромолекули приймають розтягнуті конформації. В таких розчинах

під час утворення драглів вже існують агрегати або надмолекулярні структурні утворення і процес застигання зводиться до скріплення їх в єдину просторову сітку. Повільне охолодження призводить до утворення більшого числа фракцій агару і структура виходить більш розвинута. Температуру драглеутворення розчинів агару визначали за методом, який засновано на визначенні збільшення в'язкості з моменту початку драглеутворення. Отримані дані у ході експерименту наведені на рисунку 2. Температура драглеутворення контрольного зразка становить 35 °С.



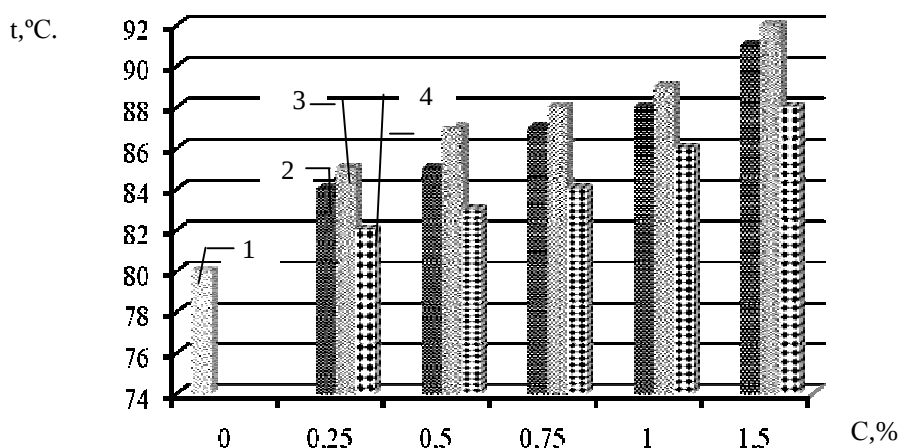
1 – контрольний зразок; 2 – з листя кропиви; 3 – з суцвіття нагідок; 4 – з чорноплідної горобини.

Рис. 2 – Залежність температури драглеутворення розчинів агару від концентрації кріас-порошків

Як видно з рис. 2, під час додавання кріас-порошків в інтервалі концентрацій від 0,25 % до 1,50 % температура драглеутворення розчинів агару збільшується залежно від концентрації. Так під час додавання кріас-порошку з листя кропиви від 7,0 % до 13,0 %, з суцвіття нагідок – від 9,0 % до 14,0 %, з чорноплідної горобини – від 6,0 % до 11,0 % порівняно з контролем.

Температуру розплавлення драглів визначали методом, який засновано на візуальному визначенні точки розплавлення. Високі температури драглів агару показують можливість напівтвердих драглів перетворюються в текучу рідку масу. В процесі нагрівання драглів збільшується тепловий рух молекул, що приводить до ослаблення каркасу і його розчинення. Температура руйнування каркасу відмічається як температура плавлення драглів агару і знаходиться в межах близько 80 °С.

Залежність температури розплавлення драглів агару від концентрації кріас-порошків приведена на рисунку 3. Температура розплавлення контрольного зразка становить 80 °С.



1 – контрольний зразок; 2 – з листя кропиви; 3 – з суцвіття нагідок; 4 – з чорноплідної горобини.

Рис. 3 – Залежність температури плавлення драглів агару від концентрації кріас-порошків

На рис. 3 спостерігається наступна залежність: з кожною наступною концентрацією кріас-порошків температура плавлення драглів агару підвищується. Так, під час введення кріас-порошку з листя кропиви, температура плавлення підвищується від 5,0 % до 14,0 %; з суцвіття нагідок – від 6,0 % до 15,0 %; з чорноплідної горобини – від 3,0 % до 10,0 % залежно від концентрації порівняно з контролем. Це можна пояснити тим, що для розплавлення більш міцних драглів потрібна більш висока температура.

Висновки

Таким чином, кріас-порошки з листя кропиви, суцвіття нагідок, чорноплідної горобини сприяють підвищенню функціонально-технологічних властивостей драглів агару. Вплив кріас-порошків на функціональні властивості драглів агару залежить від хімічного складу рослинної сировини. Підвищення цих показників пояснюється вмістом пектинових речовин у складі кріас-порошків. Встановлено, що показники драглів агару підвищуються залежно від концентрації кріас-порошків.

Література

1. Апет, Т.К. Справочник технолога кондитерского производства [Текст]. В 2 т. Т. I. Технологии и рецептуры / Т.К. Апет, З.Н. Пащук – СПб.: ГИОРД, 2004. – 554 с.
2. Лурье, И.С. Технохимический контроль кондитерского производства [Текст] / И.С. Лурье – М.: Пищевая пром-ть, 2000. – 278 с.
3. Минифай, Б.У. Шоколад, карамель и другие кондитерские изделия [Текст] : рук. разработчика : [пер. с англ.] / Б.У. Минифай; под общ. ред. Т.В. Савенковой. – СПб. : Профессия, 2005. – 416 с.
4. Гальчинецкая, Ю.Л. Биологически активные крис-добавки в новом поколении продуктов питания с повышенной биологической ценностью [Текст] / Юлия Гальчинецкая // Вестник НТК «Институт монокристаллов». – 2000. – С.53 – 54.

УДК 664.68

ВИКОРИСТАННЯ ЛАКТУЛОЗИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КЕКСІВ

Дорохович А.М., д-р. техн. наук, професор, Лиман Н.П., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Стаття присвячена науковому обґрунтуванню і розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів спеціального функціонального призначення з пребіотичними властивостями. Розроблено оптимальний рецептурний склад та досліджено вплив пребіотика лактулози на фізико-хімічні і структурно-механічні властивості тіста і готового виробу (кексу).

The article is devoted to the scientific motivation and expansion of line of flour confectionary products of the special functional appropriation with prebiotic properties. Optimum compounding composition and it is investigational influence of lacyloza on are chemical and structurally mechanical properties of dough and finished product (to the cake).

Ключові слова: кондитерські вироби спеціального функціонального призначення, фізіологічно функціональні інгредієнти, лактулоза, пребіотик, пребіотичні властивості.

Здоров'я є однією з найголовніших цінностей людини. На його стан впливає багато факторів, а одним з найважливіших є харчування. Сучасна людина увійшла у XXI сторіччя з кризою у харчуванні. Порушена екологія та деформований раціон харчування, в якому існує дефіцит вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон на тлі споживання надлишкової кількості легко засвоюваних вуглеводів, тваринних жирів, призводить до зниження загальної резистентності організму, поширення низки хвороб. Здорові продукти харчування – це, з одного боку, джерела надходження необхідних нутрієнтів в організм людини, а з другого – регулятори концентрацій шкідливих речовин у ньому, які мають захисне і оздоровлююче значення.

Традиційне харчування не забезпечує високого профілактичного ефекту. Харчування повинно бути раціональним за складом і виконувати оздоровчий ефект на організм у цілому. Тому рекомендують додавати в традиційний продукт у невеликій кількості спеціальні фізіологічно функціональні інгредієнти, які виконують оздоровчо-профілактичну функцію. Такі вироби називаються функціональними.

У Законі України „Про безпечність та якість харчових продуктів”(2007 р.) функціональний харчовий продукт визначається як продукт, що містить як компонент лікарські засоби та/або пропонується для профілактики або пом'якшення перебігу хвороби людини” [1]. В Росії відповідно до термінологічного

стандарту ГОСТ Р 52349-2005, науковим базисом якого стала Європейська наукова концепція харчових продуктів, функціональний харчовий продукт характеризується як харчовий продукт, призначений для систематичного споживання у складі харчових раціонів різними віковими групами здорового населення, що знижує ризик розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, зберігає і покращує здоров'я за рахунок наявності в його складі фізіологічно функціональних інгредієнтів у кількості від 20 до 50 % від добової потреби, що залежить від віку, статі, фізіологічного навантаження людини [2].

На нашу думку, обґрунтованішою є остання з наведених вище характеристика функціональних продуктів, що наведена в Державному стандарті Росії і відповідає Європейській концепції, тому що продукти, які містять лікарські засоби, більше відповідають фармакологічним продуктам, і їх не доцільно споживати систематично. Такі продукти потрібно споживати за рекомендацією лікаря, а їх реалізація має здійснюватись в аптеках.

На жаль, у світі, а це стосується й населення України, з кожним роком зменшується кількість практично здорових людей. Все більше набувають розповсюдження такі захворювання як цукровий діабет, ожиріння, серцево-судинні захворювання, захворювання гастродуоденальної зони, дисбіотичні зміни, остеопороз, залізодефіцитна анемія тощо.

Згідно з даними МОЗ України у більшості дітей спостерігаються дисбіотичні зміни. При дисбактеріозі спостерігаються зміни кількості та складу мікрофлори у кишечнику, починають превалювати патогенні мікроорганізми, оскільки порушена мікрофлора вже не здатна ефективно протидіяти заселенню кишечника патогенними мікроорганізмами та вірусами, а гнилісні та патогенні бактерії самі продукують токсичні зміни. Тому відновлення нормальної мікрофлори кишечника має важливе значення для дитячого організму і для всіх організмів у цілому. В цьому плані для боротьби з широко розповсюдженими дисбактеріозами дітей шкільного віку і людей похилого віку велике значення мають продукти харчування, яким властиві пребіотичні властивості, тобто пребіотики. До пребіотиків належить фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт – лактулоза.

Лактулоза – білий або майже білий кристалічний порошок солодкого смаку, без запаху, добре розчинна у воді. Її немає в природі й тому в організмі людини відсутні ферменти, які б гідролізували її до галактози й фруктози. Її одержують ізомеризацією лактози й окрім кристалічної форми випускають у вигляді сиропу. Лактулоза проходить через шлунково-кишковий тракт незміненою й доходить до товстої кишки, де сприяє розмноженню мікроорганізмів (кишкової мікрофлори), корисних для здоров'я людини, особливо при запорах, дисбактеріозі та інших захворюваннях кишечника.

Хімічна назва 4-О-β-галактопіранозил-D-фруктоза, що складається із залишків молекул галактози й фруктози, пов'язаних за допомогою в-1,4-зв'язку.

Емпірична формула: $C_{12}H_{22}O_{11}$ (олігосахариди). Молекулярна маса – 342,3.

Пребіотичні властивості лактулози – ізомера лактози, отриманої з молочної сироватки, були відкриті австрійським педіатром Ф. Петуелі в 1948 році [3]. У даний час лактулоза використовується дуже широко. Лактулоза за своїми хімічними і біологічними властивостями добре вивчена і вважається аналогом лактози, хоч гідролізується значно легше. Як пребіотик, лактулоза стимулює ріст і розвиток захищеної мікрофлори кишечника – біфідо- і лактобактерій, які, активно розвиваючись, продукують органічні кислоти, що в свою чергу пригнічують ріст і розмноження патогенних мікроорганізмів за рахунок зменшення кишкового рН, і посилює регенерацію кишечного епітелію. Крім того лактулоза сприяє покращенню імунітету, синтезу вітамінів, захисту від різних інфекцій, вона перешкоджає проникненню в кров токсинів, які утворюються при метаболізмі харчових продуктів. Лактулоза, маючи на дві молекули один бета-глікозний зв'язок, має найвищий пребіотичний ефект і по праву визнається золотим еталоном у класі препаратів – пребіотиків [4]. Добова профілактична доза лактулози, рекомендована медико-біологічними випробуваннями, – 2,0 – 10,0 г на добу.

Кекси користуються попитом у всіх верств населення, а особливо їх любляють діти і підлітки. Однак більшість кондитерських виробів, у тому числі й кекси, мають низький вміст вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, дефіцит яких у харчуванні дітей є гострою проблемою в нашій країні. З кожним роком в Україні зростає розбалансованість раціонів харчування людей – дефіциту в них білків, вітамінів, макро- та мікроелементів тощо, що обумовлює необхідність збагачення борошняних кондитерських виробів цими нутрієнтами [3].

Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення новітніх технологій виготовлення кексів функціонального призначення. Нами було проведено ряд досліджень щодо можливості використання лактулози при виробництві кексів на цукрі і цукрозаміннику фруктозі, досліджено вплив її на структурно-механічні і органолептичні показники тіста і готових виробів.

Першим етапом досліджень стало визначення оптимальної кількості лактулози при виробництві кексів функціонального призначення. Для надання виробам статусу функціонального харчового продукту кількість фізіологічно-функціональних інгредієнтів, згідно зі стандартом ГОСТ Р 52349-2005, повинна

бути від (10 до 50) % від добової потреби. Ми за основу прийняли, що добова потреба лактулози як пребіотика становить 10 г, і як фізіологічно-функціональний інгредієнт його кількість прийнята нами 20 %, тобто в 100 г кексу міститься 2 г лактулози.

За контроль було взято рецептуру кексу «Столичного». Розроблено рецептурні композиції, до складу яких входить лактулоза у кількості 2 %, вміст сухих речовин коригували цукром-піском. Дослідження структурно-механічних характеристик тістових мас для кексу проводили на моделях, представлених у табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептурні композиції досліджуваних тістових моделей

Найменування сировини	Витрати сировини, г			
	Модель №1 (базовий)	Модель №2	Модель №3 (базовий)	Модель №4
Борошно пш. в/с	28,88	28,88	28,88	28,88
Цукор-пісок	21,66	19,63		
Фруктоза			22,76	20,66
Вершкове масло	21,66	21,66	21,66	21,66
Меланж	17,33	17,33	17,33	17,33
Вуглеамонійна сіль	0,86	0,86	0,86	0,86
Сода	0,86	0,86	0,86	0,86
Лактулоза	-	1,6	-	1,6

В табл. 2 відображені структурно-механічні показники тіста і готових виробів.

Таблиця 2 – Структурно-механічні показники тіста і готових виробів

	Модель №1(базовий)	Модель №2	Модель №3	Модель №4
Густина тіста одразу після збивання, г/см ³	0,862	0,853	0,849	0,841
Густина тіста через годину, г/см ³	0,870	0,858	0,851	0,849
Вологість тіста, %	22,0	22,0	22,0	22,0
Вологість кексів, %	14,0	14,2	14,6	14,4
Питомий об'єм кексів, V _{пит} , см ³ /100г	170,9	159,2	160,1	158,3
Міцність скоринки, Н	1,1	0,8	1,1	1,4

Про структурні характеристики кексового тіста можна судити за його густиною. Аналіз отриманих даних показав, що додавання лактулози незначно зменшує густину тіста на 6 %. Після вистоювання протягом 1 години густина тіста збільшується на (2...3) %.

Кекси на цукрі з додаванням лактулози мають менший питомий об'єм порівняно з контролем, м'якушка кексів є рівномірно пористою, ущільненою, більш інтенсивно забарвленою, з приємним смаком, ароматом. Після випікання зразків з лактулозою та порівняння їх з контрольним зразком ми побачили, що у кексі на цукрі з додаванням лактулози не утворюється характерний «горбик» на верхній поверхні виробу. Це ми пояснили тим, що при використанні лактулози утворюється більш пориста скоринка, через яку без перешкод випаровуються водяні пари, а також NH₃ та CO₂, які утворились внаслідок розкладання вуглекислого амонію (NH₄)₂CO₃. Тому при використанні лактулози спостерігається більш рівномірне зростання заготовки. В ході дослідів спостерігалось, що у кексів на цукрі з лактулозою колір верхньої поверхні і м'якушки більш яскраво забарвлений порівняно з контролем, це пояснюється перебігом реакції меланоїдиноутворення, яка проходить за рахунок вільної фруктози, що є складовою частиною лактулози. Також нами було відмічено, що кекс з лактулозою випікається швидше, ніж кекс без лактулози на (8-10) %, це пояснюється як меншою густиною тіста, так і наявністю в тісті більшої кількості вільної води ніж зв'язаної за рахунок вільної фруктози.

Оскільки кекси користуються попитом серед всіх верств населення, їх, звісно, полюбують і люди, хворі на цукровий діабет, перед нами постало питання про виготовлення кексів на цукрозаміннику з пребіотичними властивостями. За контроль було взято рецептуру кексу «Фруктозка» [3]. Дослідження структурно-механічних характеристик тістових мас для кексу проводили на моделях, представлених у таблиці 1. Аналіз отриманих даних показав, що додавання лактулози незначно зменшує густину тіста на 6 %. Кекси на фруктозі з додаванням лактулози мають трохи менший питомий об'єм порівняно з кексами на

цукрі з лактулозою; поверхня виробів має характерні тріщини, підйом виробів достатній, але вироби обвуглені, що свідчить про надлишкову температуру при випіканні. Структура м'якушки крихка, пористість незначна.

Дослідження кінетики прогріву тіста кексу на фруктозі та цукрі з додаванням лактулози показали, що фруктоза, як це було відмічено раніше, інтенсифікує процес випікання кексів. У зв'язку з тим, що температура плавлення фруктози низька, а саме (103...104) °С, це впливає як на колір верхньої поверхні, так і м'якушки. У кексі на цукрі температура верхньої поверхні наприкінці випікання досягає (155...160) °С, за той самий час у кексі на фруктозі – (168...170) °С [3]. На зміну кольору м'якушки впливає як карамелізація цукрів, так і реакція меланоїдиноутворення. Фруктоза більш реакційно здатна, ніж цукроза, до реакції меланоїдиноутворення. Вона дуже легко взаємодіє з вільними амінокислотами, особливо з лізином. Низька температура плавлення фруктози негативно впливає на ріст тістової заготовки. Під час випікання кексу на цукрі, збільшення висоти тістової заготовки відбувається в 3 рази, на фруктозі – в 2,7 рази. Зниження росту тістових заготовок ми пояснюємо тим, що утворення скоринки проходить швидше і вона гальмує ріст заготовок. Аналіз отриманих даних показує, що при виготовленні кексу на фруктозі доцільно зменшити $t_{\text{ср.п.к.}}$ до 170 °С [3]. Тривалість випікання кексу на фруктозі з додаванням лактулози становить 22 хв, на цукрі з додаванням лактулози 23хв., 25хв., тобто процес випікання інтенсифікується на (6 – 7) %.

Було встановлено міцність випеченої скоринки кексу (застосовуючи прилад Строганової); як показали отримані дані, найміцніша скоринка у кексі на фруктозі з лактулозою, це ми пояснюємо тим, що фруктоза має низьку температуру плавлення і швидше проходить карамелізація цукрів, що і призводить до утворення більш міцної скоринки.

Висновки

Визначено можливість використання пребіотика лактулози при виробництві кексів на цукрі і на фруктозі (для хворих на цукровий діабет). Дозування лактулози складає 2 г на 100 г готового виробу, що надає кексу статусу виробу функціонального призначення.

Література

1. Про безпечність та якість харчових продуктів. Закон України, 2007.
2. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: ГОСТ 52349-2005.
3. Дорохович В.В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / В.В. Дорохович. – К., 2000. – 215 с.
4. Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. Лактулоза: мифы и реальность. – Ставрополь, СевКавГТУ, 1999.

УДК 664.661.26

ЗМІНИ ЯКІСНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МІКРОФЛОРИ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА З ВКЛЮЧЕННЯМ КОРЕНЕПЛІДНИХ ОВОЧІВ ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Величко Т.О., канд. техн. наук, Євдокимова Г.Й., канд.техн.наук,
Мардар М.Р., канд. техн. наук, Кордзая Н.Р., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено матеріал щодо характеристики та доцільності одержання нових сортів хліба з цілого пророслого зерна пшениці з включенням коренеплідних овочів. Розглянуто результати мікробіологічних досліджень якісного і кількісного складу мікрофлори нових сортів хліба та її змін залежно від умов зберігання

Materials about the characteristic and expediency of reception of new grades of bread made from a whole germinated wheat grain with inclusion root crops are given in report. Results of microbiological studies of quality and quantitative contents of microflora of new grades of bread and its changes depending on storage conditions are examined.

Ключові слова: цілозерновий хліб, коренеплоди, проросле зерно пшениці, мікрофлора, загальне бактеріальне обсіменіння, бактерії, дріжджі.

Хліб займає найважливіше місце в харчуванні людини і є одним з найбільш споживаних продуктів харчування. Введення до його рецептури компонентів, що надають функціональне призначення, дієтичні та профілактичні властивості, дозволить вирішити проблему профілактики різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом тих або інших харчових компонентів.

Ринок виробництва вітчизняної дієтичної хлібобулочної продукції має великий потенціал для зростання. Сьогодні розроблено різноманітний асортимент хліба та хлібобулочних виробів для функціонального харчування, що призначений для харчування людей, які мають схильність до тих або інших захворювань, дітей дошкільного віку й людей похилого віку, а також осіб, що проживають в екологічно несприятливих регіонах країни та зайняті важкою фізичною працею.

Виробництво зернових культур стрімко зростає, зростає й асортимент харчових продуктів, вироблених на основі цілого зерна злакових культур і продуктів його переробки. Одним з найбільш актуальних шляхів розширення асортименту функціональних сортів хліба, на сьогодні, є випуск хліба з цілого зерна пшениці, а також хліба з пророслого зерна пшениці з додаванням фізіологічно активних добавок або інгредієнтів. Хліб, до складу якого входить ціле проросле зерно, вважається не тільки дієтичним, але й лікувальним продуктом харчування. Його вживання корисне для дітей, дорослих та людей похилого віку [1].

Цілозерновий хліб із пророслого зерна пшениці – справжнє джерело фізіологічно активних речовин, що утворюються внаслідок протікання метаболічних процесів під дією власної активної системи ферментів, активованої при проростанні зерна, та призводять до біотрансформації високомолекулярних полімерів до низькомолекулярних [2,3].

Хліб, на основі пророслого зерна пшениці, у порівнянні з традиційними сортами, характеризується зниженою масовою часткою крохмалю, підвищеним вмістом білка та небілкових азотистих з'єднань, клітковини й відповідно є більшою мірою збалансованим за основними харчовими компонентами. Крім того, такий хліб містить водорозчинні вітаміни групи В (В1, В2, В12), а також вітамін РР, жиророзчинні вітаміни групи А і Е, макро-, мікромікроелементи, серед яких слід зазначити в першу чергу метали життя: залізо, мідь, магній, калій, кальцій, натрій та інші [4]. Вживання хліба з цілого зерна пшениці дозволить забезпечити потребу організму в есенціальних факторах харчування, необхідних для нормального протікання фізіологічних процесів, тому що вони є невід'ємною складовою ферментів, гормонів та інших біологічно активних компонентів.

При регулярному вживанні такого хліба нормалізується склад крові, очищується організм від шлаків, канцерогенів, токсичних речовин, гальмується розвиток онкологічних захворювань, виводиться надлишок холестерину, що сприяє поліпшенню стану серцево-судинної системи при атеросклерозі, ішемічній хворобі серця та гіпертонії, поліпшується моторика жовчовивідних шляхів і кишечника, знижується вага при ожирінні. Тому сьогодні цілозерновий хліб дієтологи рекомендують як продукт повноцінного харчування для оздоровлення населення [5].

Для розширення асортименту хліба лікувально-профілактичного призначення в Одеській національній академії харчових технологій на кафедрі товаровознавства та експертизи товарів (ТЕТ) були проведені дослідження з розробки нових рецептурних композицій і оцінки споживних властивостей хліба з цілого пророслого зерна пшениці з включенням бланшованих та подрібнених коренеплідних овочів, а саме кореня селери та петрушки, у кількості 10 % від загальної маси внесених компонентів.

Одержання цілозернового хліба з включенням коренеплодів передбачає наступні підготовчі етапи:

підготовка зерна пшениці: пророщення в спеціальних чанах (у лабораторних умовах), при температурі $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$, протягом 12-15 год., до появи паростків не більше ніж 1,5 мм., з наступним його подрібненням на диспергаторі;

підготовка коренеплодів: миття, очищення, бланшування в бланшувателі на пару, подрібнення на протирачній машині;

підготовка солі та дріжджів: розведення їх у воді.

Подальший процес виробництва цілозернового хліба аналогічний традиційному прискореному безопарному способу: заміс тіста зі всіх компонентів (диспергована зернова маса, хлібопекарські дріжджі, сіль поварена, бланшовані коренеплоди), бродіння тіста, обробка, разстоювання, випічка.

Крім того, кафедрою товаровознавства та експертизи товарів спільно з кафедрою біохімії, мікробіології та фізіології харчування були проведені дослідження щодо визначення якісного та кількісного складу мікрофлори нових сортів хліба та її змін залежно від умов зберігання.

Зерно пшениці, коренеплоди петрушки і селери, характеризуються значним показником мікробного числа, крім того, зерно при проростанні створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, і в першу чергу пліснявих грибів.

Переробка пророслого зерна і коренеплідних овочів та виробництво з них нових сортів цілозернового хліба неминуче приводить до того, що до готової продукції легко можуть потрапити мікроорганізми, здатні викликати різні види мікробного псування, при яких відбувається зниження харчової та біологіч-

ної цінності, товарних властивостей та скорочується строк зберігання [6,7]. Крім того, при зберіганні хліба, мікроорганізми і спори, які знаходяться в навколишньому середовищі через тріщини на скоринці хліба легко проникають у мякиш хліба і розвиваються там.

Метою роботи є вивчення мікрофлори нових сортів хліба з цілого пророслого зерна пшениці з введенням коренеплідних овочів та вплив умов і строків зберігання на зміну кількісного та якісного складу мікрофлори цього хліба.

В якості об'єкту досліджень було обрано хліб з цілого пророслого зерна пшениці, як з додаванням коренеплідів, так і без них.

Всі досліджувані зразки зберігали при температурі від (20... 25) °C і відносній вологості повітря в приміщенні від (60...70) %, як в упаковці, так і без неї. Тривалість зберігання складала від 12...48 годин. В якості пакувального матеріалу була використана поліпропіленова плівка.

Перед закладкою на зберігання, а також через кожних 12 годин визначали кількість мезофільних, анаеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ, КОЕ в/г): бактерії групи кишкової палички БГКП (коліформні); *Erwinia herbicola* (трав'яна паличка) та *Subtilis licheniformis* (картопляна паличка); мікроміцети (дріжджі й плісняві гриби) [8,9].

Для більшості доброякісних продуктів показник МАФАНМ в 1 г звичайно не перевищує 104 клітин, вміст 105...106 клітин в 1 г. продукту свідчить про порушення умов його виготовлення та зберігання.

Проби досліджуваних зразків відбирали в асептичних умовах, які виключають мікробне забруднення продукту з навколишнього середовища, в стерильний посуд. Якісний і кількісний склад мікрофлори досліджуваних зразків вивчали за загальноприйнятими методами, шляхом висівання змивів мікроорганізмів з хліба в м'ясопептонний агар (МПА), а для виявлення мікроміцетів – сусло агар (СА) з наступним культивуванням при температурах відповідно (37±1) °C та (28±1) °C.

Загальна кількість бактерій визначалась на м'ясопептонному агарі через 48 годин, мікроміцети - на суслі агарі через 7 днів. Споріві форми бактерій визначали також через 48 годин, в пастеризованих змивах, які висівали, на комплексне поживне середовище МПА і СА, у співвідношенні 1:1.

Результати проведених досліджень представлені в таблиці та на рисунках 1 і 2.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що основний склад бактеріальної мікрофлори досліджуваних зразків, як перед закладкою на зберігання, так і під час зберігання є коліформні бактерії, вміст яких коливається в інтервалі (25...90) % від загального вмісту бактерій, і залежить від виду досліджуваного зразка, умов і тривалості зберігання.

Наявність *Erwinia herbicola* характеризує свіжість використаного зерна для пророщення. Її кількісне зниження до кінця зберігання хліба закономірне, тому що вона досить легко відмирає. Наявність *Subtilis licheniformis* превалює в цілнозерновому хлібі без коренів селери та петрушки, як в упаковці, так і без неї. Що стосується зразків цілнозернового хліба з добавками, то *Subtilis licheniformis* перебуває в межах титру, це по всій імовірності пояснюється антиоксидантними властивостями коренеплідів селери та петрушки.

З мікроміцетів у вихідних зразках цілнозернового хліба, що зберігався як в упаковці, так і без неї присутні гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium*, а також рожево-пигментуючі дріжджі *r.Torulla* вміст, яких після випічки хліба за грибами, змінюється в бік збільшення *r.Penicillium* і зникнення *r.Aspergillus*, за дріжджами спостерігається збільшення, незалежно від виду цілнозернового хліба та умов його зберігання.

Наявність мікроміцетів в зразках без упаковки пояснюється попадання їх з повітря, а присутність великої кількості дріжджів – внесенням їх з хлібопекарськими дріжджами.

Для хліба з пророслого зерна без упаковки, через 48 годин зберігання кількість дріжджових кліток склала 0,51 тис./г, що на 62,8 % більше, ніж у вихідному зразку, та на 49,1 %, ніж у хлібі з пророслого зерна, що зберігається в упаковці.

Характеризуючи цілнозерновий хліб з добавками селери та петрушки, що зберігався як в упаковці, так і без неї, можна сказати, що спостерігається незначна присутність мікроміцетів – (5...15) клітин.

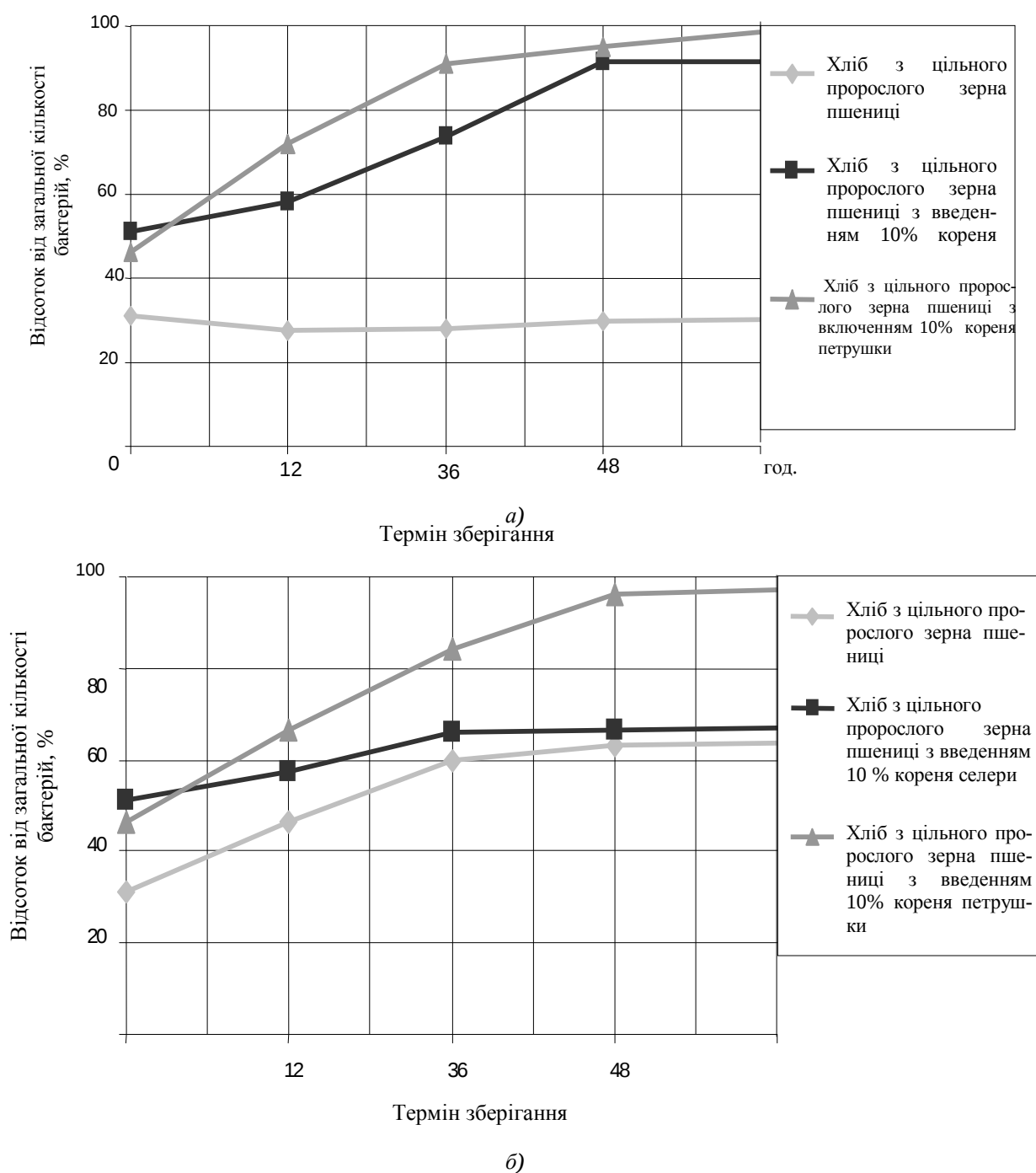
Щодо *r. Aspergillus* - вони відсутні в усіх зразках, а *r.Penicillium* – тільки в цілнозерновому хлібі з додаванням селери, який зберігався на протязі 36...48 годин без упаковки.

Дані, що характеризують динаміку зміни мікрофлори хліба в процесі зберігання, свідчать, що її склад залежить від умов і тривалості зберігання. Як показали дослідження в усіх зразках хліба, що зберігався в поліетиленовій упаковці, було відзначено зниження загального бактеріального обсіменіння (ЗБО). Зміна загальної кількості бактерій відбувається за рахунок зниження кількості *Erwinia herbicola*. Так, через 48 годин зберігання ЗБО у зразках хліба, що зберігалися без упаковки, збільшилася у 1,5 рази, у зразках з додаванням селери й петрушки збільшилося всього на (20...23) %. Таке зниження ЗБО по всій імовірності пояснюється бактерицидними властивостями коренеплідів петрушки й селери.

Що стосується спороутворюючих бактерій, то абсолютна кількість і якість усіх досліджуваних зразків, що зберігались в упаковці, залишилися на одному рівні. При зберіганні без упаковки їх вміст збільшувався тільки в цілозерновому хлібі без добавок.

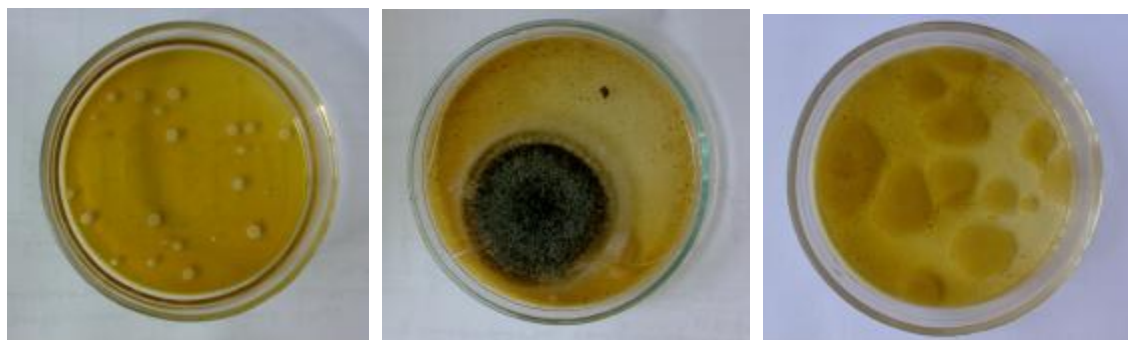
Таблиця 1 – Вплив режимів зберігання на зміну мікрофлори хліба з цільного пророслого зерна пшениці при відносній вологості повітря 60 ...70 %, (МАФАиМ, тис./г)

Умови зберігання	Тривалість зберігання, годин	Видовий та кількісний склад мікрофлори							
		Бактерії	У тому числі			мікроміцети	У тому числі		Дріжджі
			Erwinia herbicola	Коліформні бактерії	Subtilis licheniformis		Aspergillus	Penicillium	
Хліб з цільного пророслого зерна пшениці									
без упаковки	0	0,64	0,28	0,20	0,16	0,02	–	0,02	0,19
	12	0,69	0,21	0,32	0,16	0,024	–	0,02	0,21
	36	0,82	0,12	0,49	0,21	0,027	–	0,27	0,45
	48	0,95	0,06	0,60	0,29	0,034	0,004	0,30	0,51
в упаковці	0	0,64	0,28	0,20	0,16	0,02	–	0,02	0,19
	12	0,58	0,26	0,16	0,16	0,02	–	0,02	0,19
	36	0,54	0,22	0,15	0,17	0,02	–	0,02	0,21
	48	0,50	0,18	0,15	0,17	0,02	–	0,02	0,26
Хліб з цільного пророслого зерна пшениці з введенням 10 % кореня селери									
без упаковки	0	0,84	0,40	0,43	0,01	–	–	–	0,09
	12	0,87	0,36	0,50	0,01	–	–	–	0,09
	36	0,91	0,30	0,60	0,01	0,005	–	0,005	0,12
	48	0,95	0,31	0,63	0,01	0,007	–	0,007	0,17
в упаковці	0	0,84	0,40	0,43	0,01	–	–	–	0,09
	12	0,81	0,33	0,47	0,01	–	–	–	0,095
	36	0,73	0,18	0,54	0,01	–	–	–	0,091
	48	0,58	0,04	0,53	0,01	–	–	–	0,074
Хліб з цільного пророслого зерна пшениці з введенням 10 % кореня петрушки									
без упаковки	0	0,41	0,21	0,19	0,01	0,01	–	–	0,22
	12	0,45	0,14	0,30	0,01	0,01	–	–	0,26
	36	0,51	0,07	0,43	0,01	0,014	–	–	0,31
	48	0,54	0,01	0,52	0,01	0,015	–	–	0,37
в упаковці	0	0,41	0,21	0,19	0,01	–	–	–	0,22
	12	0,36	0,09	0,26	0,01	–	–	–	0,22
	36	0,33	0,02	0,30	0,01	–	–	–	0,17
	48	0,21	–	0,20	0,01	–	–	–	0,12



а) – зберігання без упаковки; б) – зберігання в упаковці

Рис. 1. Зміна кількості колиформних бактерій в залежності від тривалості зберігання нових сортів хліба з цільного зерна пшениці, з включенням коренеплідних овочів



а) Bacterium

б) Aspergillus

в) дріжджі

Умови культивування: поживне середовище – а) МПА; б, в) СА;
 температура – а, б, в) $t = (37 \pm 1) 20^\circ \text{C} \dots 25^\circ \text{C}$;
 тривалість – а) 48 год.; б, в) 5-7 діб
 Умови зберігання $t = 20^\circ \text{C} \dots 25^\circ \text{C}$, $\varphi = 60\% \dots 70\%$, $\tau = 48$ год.

Рис. 2 – Ріст бактерій (а), мікроміцетів (б) і дріжджів (в) на поживному середовищі.

Висновки: Дослідження кількісного і якісного складу мікрофлори нових сортів хліба з цілого пророслого зерна пшениці з добавкою коренеплідних овочів показали, що показники загального бактеріального обсіменіння та показники за коліформними мікроорганізмами перебувають у межах норми навіть через 48 годин зберігання, як в упаковці, так і без неї.

Література

1. Казаков, Е. Д. Хлеб из целого зерна [Текст] / Е. Д. Казаков // Хлебопродукты - 1998.-№9.-С.20-21.
2. Купалов К. Хлеб, дающий здоровье [Текст] / К.Купалов // Хлебопродукты – 2001 -№5.-0.12-13.
3. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов [Текст] –СПб.: ГИОРД, 2005.- 512 с.
4. Use of Germination to Enhance the Prebiotic of Rice /Premsuda S., Pandiella S.S. //Proceedings of ICBF – 2006 – Patras - 2006 . – p.118
5. Биомодификации зерна злаковых и бобовых культур путем проращивания [Текст] / Каприльянц Л.В., Егорова А.В., Евдокимова Г.И., Гулавский В.Т.// Зернові продукти і комбікорми - 2006 - №3 – с.29-31;
6. Дослідження мікрофлори насіння льону як біологічноактивного компоненти харчових продуктів [Текст]/ Величко Т.О., Евдокімова Г.И., Овсянникова Л.К., Буйвол С.М., //Наукові праці - 2008 р - випуск 34 - том 10 - с.48-51;
7. Технічна мікробіологія /Л.В. Каприльянц, Л.М. Пилипенко, А.В. Егорова, О.М. Кананихіна, С.М. Кобелева, Т.О. Величко, за ред. Л.В. Каприльянца – Одеса: Друк, 2006 – 308 с.
8. ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов [Текст]. – Введ. 1993-01-01.- М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР: Изд-во стандартов, 1992;
9. ГОСТ 10444.15-94 Межгосударственный стандарт. Продукты пищевые . Методы определения количества мезофильных, аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Текст] – Введ – 1997-01-01. – Минск:Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации;

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ ЧОРНОГО ТА ЗЕЛЕНОГО ЧАЮ НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ЦУКРОВОЇ БІЛКОВО-ЗБИВНОЇ МАСИ

Дорохович А.М., д-р техн. наук, професор, Прилуцька Л.П., аспірант, Бадрук В.В., студент
Національний університет харчових технологій, м. Київ

У статті запропоновано виробництво білково-збивних тортів, тістечок та печива із застосуванням екстрактів чорного та зеленого чаю. Підібрані оптимальні рецептурні композиції для досягнення найкращої піноутворювальної здатності білково-збивного напівфабрикату та органолептичних показників готових виробів. Встановлено вплив температури на процес екстрагування та концентрації екстракту на піноутворювальну здатність.

In this article is suggested the production of albumen-whipped cakes and biscuits with the addition of extracts black and green tea. Optimal recipe compositions were selected for achievement the best foamforming ability of albumen-whipped semifabricate and the best figures of ready-made goods. The temperature influence on process of extraction and concentration of extract upon foamforming ability was determined.

Ключові слова: білково-збивний напівфабрикат, піноутворювальна здатність, екстрагування, піноутворення, відновлення.

Серед широкого асортименту харчових продуктів кондитерські вироби, зокрема печиво, торти та тістечка на основі білково-збивного напівфабрикату, користуються підвищеним попитом у населення.

Основною сировиною при виробництві даних виробів є цукор, що є носієм солодкого смаку та бере участь у процесі піноутворення. В якості піноутворювача при виробництві кондитерських виробів використовують яєчний білок у нативному, замороженому та сухому вигляді. В останні роки підприємства кондитерської промисловості частіше використовують сухий яєчний білок тому, що використання нативного та замороженого білка супроводжується великими труднощами. Використання нативного білка потребує спеціальних приміщень для зберігання та підготовки яєць до виробництва, відділення яєчного білка від жовтка, утилізацію яєчного жовтка. Використання білка у замороженому вигляді потребує спеціального приміщення для його зберігання, обладнання для розморожування. Зберігання сухого білка не потребує великої кількості складських приміщень, та підготовка до виробництва полягає в процесі відновлення його до вмісту сухих речовин нативного білка. Сухий білок є найпростішим у використанні, тому нами була запропонована технологія виробництва білково-збивних виробів із застосуванням сухого яєчного білка.

У попередніх дослідженнях нами були встановлені оптимальні параметри відновлення сухого яєчного білка, що полягають в наступному:

- співвідношення сухого яєчного білка та води становить 1:7,
- рекомендовано проводити процес збивання при температурі 30 °C та при pH=6 [2].

З літературних джерел відомо, що екстракт чорного та зеленого чаю володіє піноутворювальними властивостями [3, 4, 5].

Чай містить (30-50) % з екстрактних, тобто розчинних у воді частин. Зелені чаї містять більше розчинних речовин (40-50 %), а чорні - менше (30-45 %). Дубильні речовини – один з істотних компонентів чаю і чайного настою. Вони становлять 15-30 % чаю і є складною сумішшю більше трьох десятків поліфенольних з'єднань, що складається з таніну і різних (принаймні семи) катехінів, поліфенолів і їх похідних. Як правило, вміст таніну в зеленому чаї значно вищий, ніж у чорних (майже удвічі), бо в зеленому чаї танін знаходиться майже в неокисленому стані, тоді як у чорному байховому чаї до (40-50) % таніну окислено. Ефірні масла є як у зеленому листі, так і в готовому чаї. Тепер встановлено, що ефірних масел в зеленому листі чаю міститься всього лише близько 0,02 %. Істотним компонентом чаю є і алкалоїди. Серед алкалоїдів найвідомішим завжди був і залишається кофеїн або, як його ще називають у складі чаю, теїн. Всупереч поширеній думці, кофеїну значно більше міститься саме в чаї (від 1 до 4 %). Білкові речовини разом з вільними амінокислотами складають від 16 до 25 % чаю. Білками є всі ферменти. Крім того, білки слугують джерелом тих амінокислот, які виникають у процесі переробки чайного листа в готовий чай. У чайному листі присутні головним чином білки, розчинні в лугах, – глютеліни, і у меншій мірі – білки, розчинні у воді, – альбуміни. В процесі переробки листа кількість альбумінів у чаї збільшується на 10 %. Що стосується амінокислот, то їх у чаї виявлено 17, причому природа однієї з них до цих пір не з'ясована. Ферменти, або ензими, містяться в чаї в основному в нерозчинному, зв'язаному стані. Пекти-

нові речовини – це колоїдні речовини зі складним складом. Вміст їх у чаї коливається від 2 до 3 %. У присутності цукрів і кислот вони можуть утворювати драглисті маси – желе. Вуглеводи в чаї містяться різноманітні – від простих цукрів до складних полісахаридів. Чим вищий у чаї відсоток вмісту вуглеводів, тим нижчий його сорт.

У чаї присутній мало не весь алфавіт вітамінів. У ньому є провітамін А – каротин, вітамін В1 (тіамін), вітамін В2 (рибофлавін), вітамін В15 (пантотенова кислота), вітамін РР (нікотинова кислота), вітамін С, вітамін Р (або С2), вітамін К [4, 5, 6].

Провівши огляд літератури, не було знайдено даних щодо впливу екстракту на піноутворювальну здатність, це потребувало проведення комплексу досліджень для встановлення впливу екстракту чорного та зеленого, визначення оптимальної концентрації екстракту та дослідження піноутворювальної здатності на основі яєчного білка відновленого екстрактом чорного (Рис.1) та зеленого чаю (Рис.2).

Для проведення досліджень готували екстракти зеленого та чорного чаю з концентраціями (0,5, 1 та 2) %. Процес збивання здійснювали при кімнатній температурі протягом 40 хв.

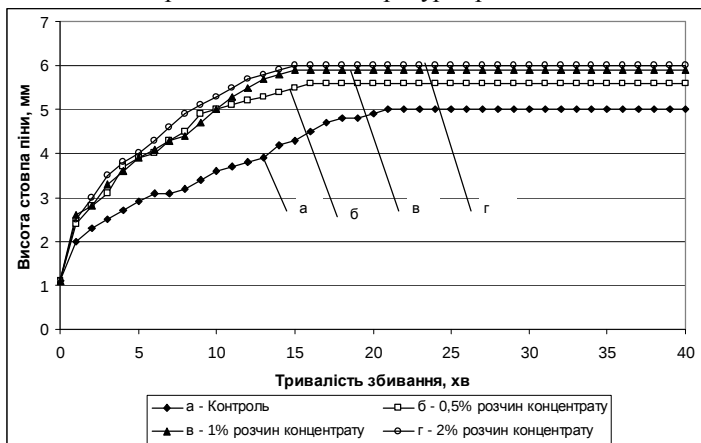


Рис. 1 – Зміна кратності піни відновленого екстрактом чорного чаю яєчного білка в залежності від концентрації екстракту

Аналіз отриманих даних (Рис. 1) показав, що застосування екстракту чорного чаю значно покращує піноутворювальну здатність. При застосуванні 0,5 % розчину екстракту піноутворювальна здатність підвищується на 12 % в порівнянні з контрольним зразком. При подальшому підвищенні концентрації до 1 % зростання ПЗ збільшується на 20 %. Оскільки при подальшому підвищенні концентрації екстракту до 2% висота стовпа піни збільшується незначно на 24 %, а органолептичні показники трохи погіршуються, можна зробити висновок, що оптимальною концентрацією екстракту для досягнення найкращих показників є 1 %.

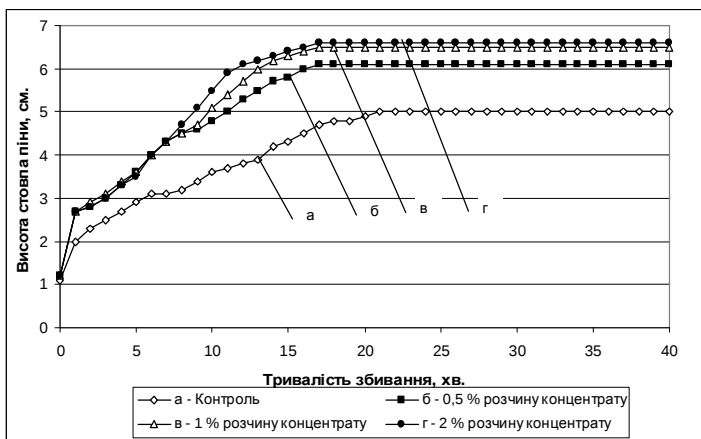


Рис. 2 – Зміна кратності піни відновленого екстрактом зеленого чаю яєчного білка в залежності від концентрації екстракту

Застосування екстракту зеленого чаю (Рис. 2) з концентрацією 0,5 % дозволяє підвищити піноутворювальну здатність на 22 % в порівнянні із контрольним зразком (відновник сухого білка – вода). При подальшому підвищенні концентрації екстракту до 1 % ПЗ підвищується на 30 %, а при підвищенні кон-

центрації екстракту до 2 % ПЗ підвищується на 32 %, тобто значного підвищення ПЗ не спостерігається, а органолептичні показники білково-збивного напівфабрикату погіршуються, тобто оптимальна концентрація екстракту зеленого чаю становить 1 %. Застосування екстракту чорного та зеленого чаю є доцільним при відновленні яєчного білку, оскільки значно покращується піноутворююча здатність, скорочується процес збивання маси та вироби набувають приємного специфічного смаку та гарного кольору.

На Рис. 3 наведена кінетика екстрагування при концентрації чорного та зеленого чаю 1 %. Процес екстрагування проводили таким чином: чорний та зелений чай заливали водою, температура якої становить 90 °С, спостерігаючи при цьому за зміною кількості сухих речовин, при постійному зниженні температури, протягом 120 хв.

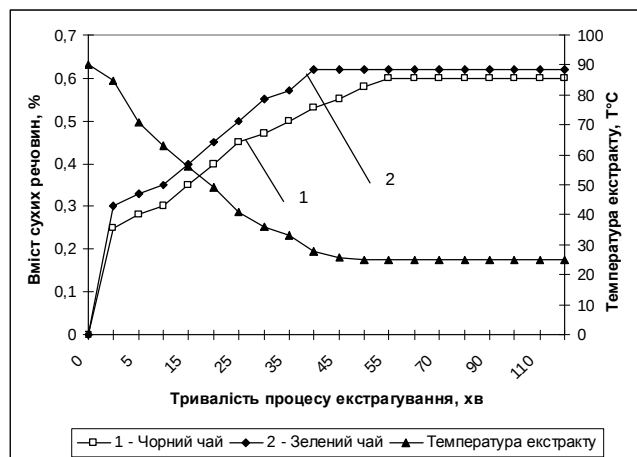


Рис. 3 – Зміна сухих речовин у розчині під час процесу екстрагування чорного та зеленого чаю

З отриманих даних можна зробити висновок, що перехід сухих речовин у розчин здійснюється повільніше в екстракті чорного чаю, максимальна кількість сухих речовин, що перейшли в розчин досягається через 55 хв та становить 0,6 %, в екстракті зеленого чаю максимальна кількість сухих речовин, що перейшли у розчин становить 0,62 %, що досягається через 40 хв.

Відомо, що процес екстрагування залежить від температури. Для визначення впливу температури було проведено процес екстрагування чорного та зеленого чаю при температурі (70, 80, 90) °С (Рис. 4, 5).

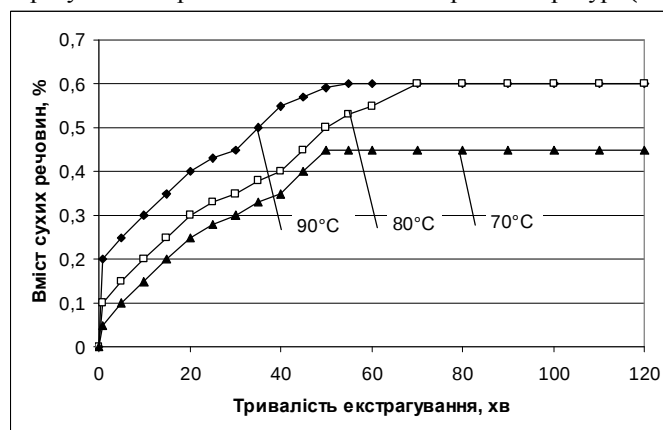


Рис. 4 – Зміна сухих речовин в розчині під час процесу екстрагування чорного чаю при дотриманні постійної температури

Аналіз отриманих даних показав, що при температурі 90 °С максимальна кількість речовин, що переходять у розчин, становить 0,6 %, яка досягається через 55 хв, що значно швидше у порівнянні із зразком, температура якого становить 80 °С, максимальна кількість речовин, що переходять в розчин, становить 0,6 %, яка досягається через 70 хв. У зразкові з температурою 70 °С кількість речовин, які перейшли в розчин, є найменшою і становить 0,45 %.

Така сама закономірність помічена при екстрагуванні зеленого чаю з різницею вмісту сухих речовин, при температурі (90-80) °С становить 0,62 %, а при температурі 70 °С – 0,47 %.

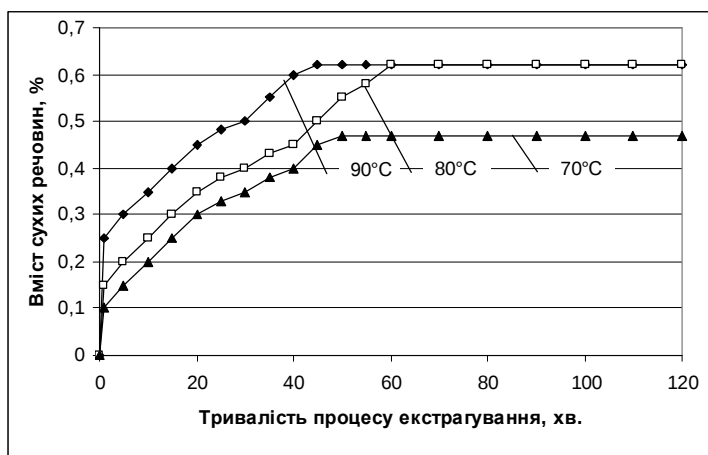


Рис. 5 – Зміна сухих речовин в розчині під час процесу екстрагування зеленого чаю при дотриманні постійної температури

Проаналізувавши отримані дані можна зробити висновок, що процес екстрагування чорного та зеленого чаю доцільно проводити при постійній температурі, що становить 90 °С, подальше зниження температури є недоцільним, оскільки зменшується кількість речовин, які переходять у розчин та швидкість процесу екстрагування.

Поки що точно не встановлено вплив цукру на піноутворювальну здатність білкових розчинів. Для визначення впливу цукру на процес піноутворення яєчного білка, були проведені дослідження в результаті чого було встановлено оптимальне співвідношення цукру та яєчного білку відновленого водою, екстрактом чорного та зеленого чаю, що становить 1:1. При підвищенні концентрації розчину піноутворювальна здатність та стійкість піни, як правило, збільшується, досягаючи максимального значення при критичній концентрації міцелоутворення, далі вона падає з більшою чи меншою швидкістю. Це можна пояснити тим, що при підвищенні концентрації розчину відбувається насичення адсорбційного шару, яке з часом може стати критичним і привести до руйнування пухирцю піни.

Була встановлена стійкість піни досліджуваних зразків, яка не змінюється протягом 120 хв і становить 100 %. Процес піноутворення яєчного білка, відновленого водою, екстрактом чорного та зеленого чаю, зображено на рис. 6.

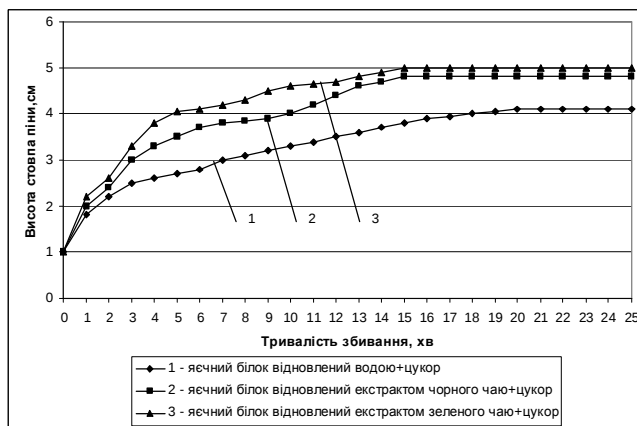


Рис. 6 – Зміна висоти піни в процесі збивання відновленого яєчного білка з цукром

Аналіз отриманих даних показав, що ріст піни відбувається протягом 15 хв, далі висота піни стабілізується, що на 5 хв. менше в порівнянні з контрольним зразком, що складає 20 хв.

Готову збиту масу піддавали формуванню і висушували при температурі 100 °С. Вироби, виготовлені на екстракті чорного та зеленого чаю краще зберігали свою форму та не розтікались у процесі сушіння, на відміну від зразків, виготовлених на відновленому водою яєчному білку.

Висновки

Застосування екстракту зеленого та чорного чаю є доцільним при відновленні сухого яєчного білка, оскільки значно покращує піноутворювальну здатність сухого яєчного білка, скорочує тривалість проце-

су збивання, підвищує стійкість піни, оскільки під час процесу сушіння вироби зберігають свою форму і зовсім не розтікаються, та надає готовим виробам приємного специфічного смаку та гарного кольору.

Література

1. Грячев О.С. Исследование процесса пенообразования белково-сахарных масс с целью его интенсификации и улучшения качества готовых изделий.: Дис. канд. техн. наук. – М., 1978. – 190 с.
2. Наукові праці ОНАХТ
3. www.rosapteki.ru/ ЗЕЛЕНЬКИЙ ЧАЙ: НАПИТОК ИЛИ ЛЕКАРСТВО?
4. www.tabex.biz/ Зеленый чай. Зеленый чай очень богат витаминами, обладает антимикробным действием, утоляет жажду, укрепляет стенки сосудов, улучшает цвет кожи.
5. www.bioliife.com.ua/ Растения – стимуляторы центральной нервной системы (ЦНС).

УДК 620.2:664.664.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БОРОШНА З ПШЕНИЧНОГО СОЛОДУ НА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА ДЛЯ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА

Оболкіна В.І., д-р техн. наук, професор, Ємельянова Н.О., д-р техн. наук, професор,
Кияниця С.Г., канд.техн.наук, доцент, Бондарчук О.В.
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Для створення певної структури нових видів здобного печива використано пшеничне борошно та пшеничний солод з різною ступеню дисперсності (борошна та крупки) та їх суміші. Визначено оптимальну кількість суміші пшеничного борошна та пшеничного солоду при створенні нових видів здобного печива.

For creation of certain structure of new types of rich cookie a wheat flour and wheat malt is used with different the degree of dispersion (flour and krupki) and their mixture. Certainly optimum mixture amount of wheat flour and wheat malt at creation of new types of rich cookie.

Ключові слова: здобне печиво, пшеничне борошно, пшеничний солод

Створення нового асортименту кондитерських виробів з підвищеною харчовою цінністю та зниженою калорійністю потребує від науковців пошук нових сировинних інгредієнтів. У зв'язку з цим, актуальним напрямком є розробка нових видів кондитерських виробів з додаванням солодових продуктів, технологія яких розроблена вченими НУХТ.

У пророслому зерні (солоді) міститься весь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування – білки, легкозасвоювані вуглеводи, клітковина з харчовими волокнами, мінеральні речовини, вітаміни, барвники і поліфенольні сполуки. При солодоращенні в зерні підвищується вміст рослинних ферментів, представлених амілазами, протеазами, цистазами. Під час проростання зерна при участі ферментів високомолекулярні речовини гідролізуються до низькомолекулярних водорозчинних компонентів. Під дією амілаз відбувається розщеплення крохмалю (амілоліз), протеолітичні ферменти здійснюють гідроліз білків.

Солоди різних злаків (пшениці, ячменю, жита, вівса, кукурудзи) містять в різному співвідношенні біологічно активні сполуки. Так, пшеничний солод, порівняно з солодом інших злаків містить велику кількість білка, зокрема незамінні амінокислоти (понад 30 % від загального вмісту білка), такі як лізин, метіонін, триптофан, гистидин, цистин, аргінін, які є регуляторами обмінних процесів в організмі. Крім того, у пшеничному солоді завдяки гідролізу крохмалю під дією амілаз відбувається накопичення декстринів та редукуючих цукрів. Тому використання пшеничного солоду є доцільним при розробленні нового асортименту борошняних кондитерських виробів, зокрема здобного печива.

Метою проведених наукових досліджень було визначення оптимальної кількості борошна з пшеничного солоду при створенні нових видів здобного печива.

При виробництві здобного печива одним з основних процесів є процес приготування тіста. Регулювати структурно-механічні властивості тістових мас можливо враховуючі властивості окремих рецептурних компонентів. При замішуванні тіста відбувається гідратація та набування колоїдів борошна та інших гідрофільних сполук. Інтенсивність цих процесів регулюється рецептурним складом сировини і технологічними пара-

метрами приготування тіста, що дозволяє одержати напівфабрикат з заданими пружно-пластично-в'язкими властивостями.

Для визначення оптимальної кількості нової сировини у рецептурах здобного печива були проведені дослідження по впливу пшеничного солоду з різною ступеню дисперсності (борошна та крупки) на процес утворення тіста.

Під час аналізу фаринограм замісу тіста з додаванням пшеничного борошна, пшеничного солоду, суміші пшеничного і солодового борошна та крупки було встановлено, що час утворення тіста при додаванні солодового борошна зменшується, а з додаванням солодової крупки - збільшується майже у 3,5 рази (табл.1). При додаванні 25% солодової крупки до пшеничного борошна час утворення тіста збільшується в 1,3 рази, а з додаванням 25 % солодового борошна – зменшується в 0,7 рази. Тобто дисперсність часток пшеничного солоду суттєво впливає на процес тістоутворення, що потрібно враховувати при визначенні технологічних режимів приготування тістових напівфабрикатів.

Таблиця 1 - Характеристика фаринограм замісу тіста з пшеничного борошна вищого гатунка з додаванням пшеничного солоду

Найменування показників	Значення показників				
	Борошно пшеничне	Солодове борошно	Солодова крупка	Суміш пшеничного та солодового борошна	Суміш пшеничного борошна та солодової крупки
Максимальна консистенція тіста – a_{max} , ОФ	554	496	556	524	516
Час створення тіста – b , хвилин	1,5	1	3,5	1	2
Розрідження – e , ОФ	110	200	150	180	170
Еластичність тіста, мм	38	22	28	28	32

Отримані дані свідчать, що мінімальне розрідження спостерігалось у тісті з додаванням пшеничного борошна, максимальне – з солодовим борошном. При цьому при додаванні до пшеничного борошна 25 % пшеничного солоду розрідження тіста збільшувалося в 1,5 – 1,6 рази (табл.1). Еластичність тіста з суміші пшеничного борошна та солоду навпаки зменшується: з додаванням солодового борошна в 1,36 рази и в 1,18 рази з додаванням солодової крупки.

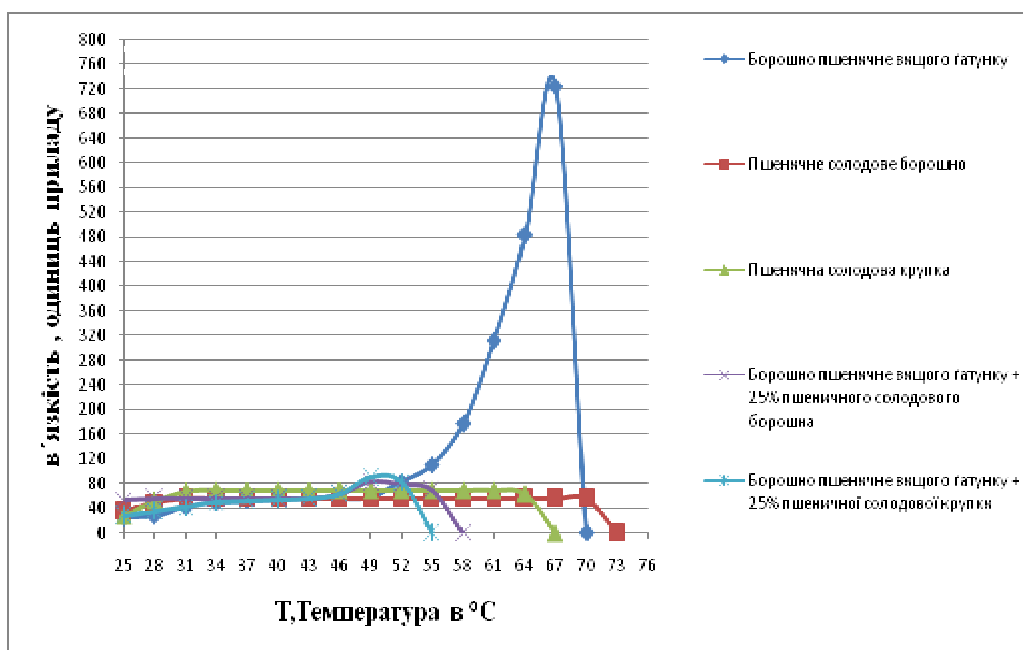
Це свідчить про активність протеолітичних ферментів пшеничного солоду, що сприяє гідролізу білків пшеничного борошна до пептонів і амінокислот. Внаслідок цього тісто набуває в'язко-пластичні властивості. Таким чином додавання пшеничного солоду буде сприяти пластифікації тістового напівфабрикату та дозволить зменшити кількість жиру у рецептурах здобного печива.

На реологічні властивості тіста впливає температура замісу, крім того структура здобного печива залежить від процесів, які відбуваються під час його термообробки. Тому були проведені дослідження впливу пшеничного солоду на в'язкість борошняної суспензії при її нагріванні, які проводилися на амілографі Брабендера ASG (рис.1).

Результати досліджень показали, що внесення солодового борошна та солодової крупки суттєво змінює максимальну в'язкість борошняної суспензії, початкову температуру клейстеризації крохмалю та час клейстеризації.

Отримані дані свідчать, що при 25 °С для пшеничного борошна вищого гатунку в'язкість суспензії складає 25 одиниць приладу; для солодового борошна – 35 од. приладу; для солодової крупки – 28 од. приладу; для суміші пшеничного та солодового борошна – 53 од. приладу; для суміші пшеничного борошна та солодової крупки – 30 од. приладу.

Значне підвищення в'язкості борошняних суспензій з додаванням солоду при кімнатній температурі пояснюється процесами гідратації білків та продуктів гідролізу крохмалю. Різницю в'язкості борошняних суспензій можна пояснити різною активністю амілолітичних ферментів солодового борошна та солодової крупки. Було встановлено, що оцукрююча здатність солодового борошна складала 15 хв, солодової крупки – 25 хв, тобто зі зменшенням дисперсності солоду процес амілолізу відбувається повільніше.



Максимальна в'язкість суспензії для пшеничного борошна складає 725 од. приладу при температурі клейстеризації 67 °С; для солодового борошна – 56 од. приладу при температурі 30 °С; для солодової крупки – 69 од. приладу при температурі 34 °С. Тобто внесення солодової пшеничної крупки знижує в'язкість середовища в 10,5 разів. Додавання такої ж кількості солодового борошна спричиняє зниження в'язкості середовища в 13 разів.

Для суміші пшеничного та солодового борошна максимальна в'язкість суспензії складає 83 одиниць приладу при температурі клейстеризації 52 °С, для суміші пшеничного борошна та солодової крупки – максимальна в'язкість суспензії складає 90 одиниць приладу при температурі клейстеризації 49 °С.

Дані процеси пояснюються тим, що при підвищенні температури борошняних суспензій з додаванням солоду відбувається посилення гідролітичної дії амілолітичних ферментів. Найбільш інтенсивно амілоліз відбувається при додаванні солодового борошна, тому в'язкість суспензії мінімальна, при додаванні солодової крупки процес гідролізу відбувається повільніше. Дані процеси будуть впливати на зміну реологічних властивостей тіста та на структурні властивості готових виробів. Крім того, додавання солодового борошна та солодової крупки сприятиме накопиченню мальтози та глюкози, що дозволить зменшити вміст цукру в здобному печиві.

Висновки. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що використання борошна з пшеничного солоду є доцільним при розробленні технології нових видів здобного печива, сприятиме зменшенню його калорійності, підвищенню харчової цінності та поліпшенню органолептичних властивостей.

Література

1. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного сусла і квасу / За ред. Н. О. Ємельянової-К.: УДУХТ., – 1994. – 151 с.
2. Вплив борошна пророщених злаків на якість і подовження терміну зберігання заварних пряників / В.Оболкіна, Г.Своєволіна, А.Дорохович, Н.Емельянова та ін.// Харчова і переробна промисловість. – 2005. – №12. – С. 22 – 23.

РОЗРОБЛЕННЯ КОМПОЗИТНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Арсеньсва Л.Ю., д-р. техн. наук., професор, Арсиненко Н.О., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

У статті приведені результати по розробці технології використання композитних сумішей для виробництва хліба зі збалансованим хімічним складом, визначено оптимальні способи приготування тіста.

In article results on working out of technology of use of composit mixes for a panification are resulted, and also optimum ways of preparation the dough have been defined.

Ключові слова: хліб, композитні суміші, харчова цінність

Незбалансованість харчування і погіршення стану здоров'я населення спостерігається в різних країнах світу. В Україні ситуація поглиблюється нерівномірними можливостями доступу різних верств суспільства до основних харчових продуктів і відповідним переходом більшої частини населення на економічно доцільний тип харчування, який характеризується жирно-вуглеводною спрямованістю, адже 1 ккал (4,184 кДж), одержана за рахунок тваринних білків, у 15...20 разів дорожча 1 ккал, одержаної за рахунок вуглеводів [1,2]. Такий тип харчування дає змогу покрити енерговитрати, вгамувати почуття голоду, але призводить до дефіциту мікро-нутрієнтів і значною мірою зумовлює стійкий ріст серйозних захворювань.

Весь комплекс причин розбалансованого харчування призводить до того, що раціон сучасної людини є достатнім для покриття енерговитрат, але не може забезпечити рекомендованих фізіологічних норм вживання есенціальних нутрієнтів [2 — 6].

Хліб в Україні — важлива частина щоденного раціону харчування, оскільки задовольняє потреби організму в енергії і містить багато корисних складових, таких як білки, вуглеводи і мінеральні речовини. Економічні труднощі в нашій країні негативно впливають на життєвий рівень більшості населення, тому значна частка добової потреби в енергії задовольняється хлібобулочними виробами [7].

Нині хлібобулочні вироби виробляють, як правило, з пшеничного сортового борошна, бідного на корисні для організму людини мікронутрієнти. Хлібобулочні вироби перевантажені вуглеводами, зокрема крохмалем, та містять недостатню кількість повноцінних білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин. Тому актуальною проблемою є розроблення хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом. Досягається це за рахунок використання різних видів традиційної і нетрадиційної сировини, яка дає змогу цілеспрямовано змінювати хімічний склад виробів [8].

Метою роботи було розробити рецептуру та композитну суміш для виробництва хліба зі збалансованим хімічним складом, визначити оптимальні способи приготування тіста в разі їх використання.

Під час виконання даної роботи були проведені технологічні та біохімічні дослідження, в яких була використана така сировина: борошно хлібопекарське пшеничне другого сорту за ГСТУ 46.004-99; пробуджені зерна виробництва Україна (ТОВ «ЕСО»), виготовлені шляхом теплової обробки інфрачервоним опроміненням (ІЧ) за технологією згідно ТУ У 13693522.002-96: зерно кукурудзяне подрібнене (у вигляді борошна); зерно ячмінне подрібнене (борошно); зерно сої — дроблене у крупку; клейковина (суха) пшенична «Глувітал» (Gluvital) — 21020” виробництва Польщі «Cargill (Polska) Sp.z.o.o.», що відповідає санітарному законодавству України; дріжджі львівські хлібопекарські сушені вищого гатунку (високоактивні) за ТУ У 15.8-00383320-002-2002 (м. Львів «Ензим»); пластівці вівсяні «Екстра» за ТУ У 15.6-00951876-011-2004; зародки пшеничні за ТУ У 46.22.014-95 смажені на поду в лабораторній печі при температурі 1300° С протягом 25-30хв; насіння льону за ГОСТ 10582-76; ядро насіння соняшнику смажене за ТУ У 15.3-32941822-001 : 2009; сироватка молочна суха (підсирна) розпилювальної сушки за ТУ 46.39 України 17-93; білок яєчний (альбумін) висушений підвищеного збиття виробництва Аргентина («Ovoprot International S.a.», Buenos Aires), отриманий методом розпилення — пастеризований, що має сертифікат відповідності санітарному законодавству України; казеїн кислотний харчовий отриманий методом коагуляції згідно з ТУ У15.5-23624594-002 : 2007 (м. Миколаїв ЗАТ «Лакталіс — Миколаїв»); ферментні препарати виробництва Німеччина (фірма «Mühlchemie»): ALPHAMALT НСС, ALPHAMALT А5005, ALPHAMALT GA5071, ALPHAMALT EFX, що мали сертифікати відповідності санітарному законодавству України; сіль кухонна харчова за ГОСТ 13830-91.

Підвищити харчову цінність можна або внесенням окремих нутрієнтів в кількості, щоб забезпечити Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (згідно наказу Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.1999р. № 272), або вносити сировину з дотриманням певного співвідношення, наприклад, з врахуванням обмежень на загальний вміст жиру, білка, вуглеводів, найбільш

дефіцитних амінокислот (оптимальне співвідношення — триптофан : метіонін : лізин = 1 : 2...4 : 3...5), мінеральних речовин (оптимальне співвідношення — Ca : P : Mg = 0,8...1,0 : 1,0...1,5 : 0,3...0,5) і баластних речовин (25...26 г/добу), потреба в яких повинна забезпечуватись за рахунок нового продукту на 20...50 % [3].

Нами сформульовані такі основні принципи проектування рецептур хлібобулочних виробів із збалансованим хімічним складом [9]:

Вміст білкової складової у хлібі має бути максимально можливим з урахуванням технологічних обмежень;

Амінокислотний склад білка хліба має бути максимально збалансованим;

Співвідношення окремих фракцій жирних кислот (насичених, мононенасичених, поліненасичених) у складі ліпідної компоненти хліба має максимально наближатись до рекомендованого з позиції біологічної ефективності;

Співвідношення основних мінеральних елементів: кальцію, фосфору, калію, магнію, - має наближатись до оптимального.

Для того, щоб можна було зробити висновок про дотримання перерахованих принципів, нами запропоновані та використані комплексні вирази для розрахунку індексів якості білкової I_b і ліпідної I_l складових:

$$I_b = \begin{cases} 1 - (1 - C_{k_{\min}}) \cdot \frac{8 C_{k_{\min}}}{\sum_{i=1}^8 C_{k_i}}, & 0 < C_{k_{\min}} < 1, \quad C_{k_{\min}} > 1; \\ \frac{8}{\sum_{i=1}^8 C_{k_i}}, & C_{k_i} = 1. \end{cases} \quad (1)$$

$$I_l = \begin{cases} 1 - (1 - C_{k_{\min}^{\text{жкк}}}) \cdot \frac{4 C_{k_{\min}^{\text{жкк}}}}{\sum_{i=1}^4 C_{k_i^{\text{жкк}}}}, & 0 < C_{k_{\min}^{\text{жкк}}} < 1, \quad C_{k_{\min}^{\text{жкк}}} > 1; \\ \frac{4}{\sum_{i=1}^4 C_{k_i^{\text{жкк}}}}, & C_{k_i^{\text{жкк}}} = 1. \end{cases} \quad (2)$$

де $C_{k_{\min}}$ і $C_{k_{\min}^{\text{жкк}}}$ — мінімальні скори відповідно незамінних амінокислот білка та жирнокислотних фракцій ліпиду, що оцінюються; C_{k_i} і $C_{k_i^{\text{жкк}}}$ — скори i -ї незамінної амінокислоти чи i -ї фракції жирних кислот відносно фізіологічно необхідної норми (еталону), виражаються у частках одиниці.

У разі, коли $C_{k_{\min}}=0$, $I_b=0$ і коли $C_{k_{\min}^{\text{жкк}}}=0$, $I_l=0$.

Фракційне співвідношення в жирнокислій складовій “ідеального” ліпиду приймали рівним

$$\text{НЖК} : \text{ПНЖК}_{\omega-6} : \text{ПНЖК}_{\omega-3} : \text{МНЖК} = 33,5 : 30,0 : 3,0 : 33,5, \quad (3)$$

де НЖК — насичені жирні кислоти, МНЖК — мононенасичені жирні кислоти, ПНЖК_{ω-6} — поліненасичені ω-6 жирні кислоти, ПНЖК_{ω-3} — поліненасичені ω-3 жирні кислоти.

У НУХТ спільними зусиллями кафедри технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчосировини і кафедри інформаційних систем створена комп'ютерна програма для проектування хлібобулочних виробів “ОРТІМА”, у базу даних якої було внесено розгорнутий хімічний склад вищезазначеної сировини. Критеріями оптимальності складу рецептур виробів слугували індекси якості білків I_b та ліпідів I_l хліба.

Як базова рецептурна композиція розглядалася рецептура хліба пшеничного з борошна другого сорту за ГОСТ27842-88 ($I_b = 0,70$, $I_l = 0,78$).

Результати досліджень показали, що збільшити загальну кількість білків чи жирів у складі хліба теоретично не складно, але наблизити значення I_b та I_l до одиниці значно важче. Як правило, ці показники коливались у межах $I_b = 0,70...0,76$, $I_l = 0,78...0,90$.

Поліпшити індекс якості ліпідів хліба допомагає внесення в рецептуру насіння льону, багатого на поліненасичені ω-3 жирні кислоти. Додавання олій (кукурудзяної, соняшникової, оливкової) та інших видів сировини, багаті на ліпіди (насіння соняшнику, кунжуту та ін.), тільки погіршували результат.

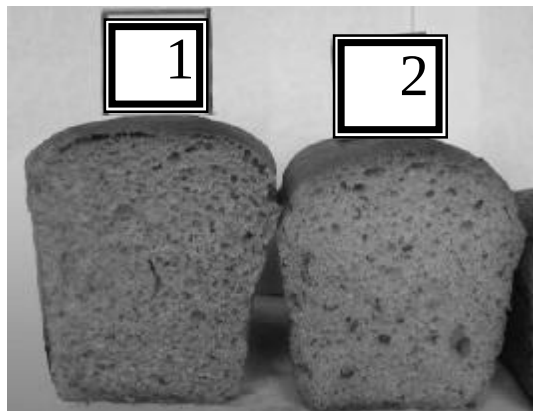
Складніша проблема — це поліпшити індекс якості білків хліба. Так, використання молочно-білкових і рибних концентратів; сухих білкових препаратів виготовлених із м'ясних продуктів; рослинних білкових препаратів, отриманих з сої, бавовнику, пшеничного борошна, шроту соняшника та інших продуктів, що вже досліджувались в хлібопекарській промисловості, у разі дозування їх у технологічно оптимальних кількостях, збільшують загальну кількість білка в хлібі, але практично не змінюють якість (I_b) білка.

Використання окремо сухої пшеничної клейковини, сухого казеїну, сухого яєчного білка не дали суттєвих позитивних результатів: максимальне значення I_b у разі додавання клейковини становило 0,91, казеїну — 0,89, яєчного білка — 0,99 (лише у кількості 47,8 % до маси борошна, що на практиці неможливо).

Наступним етапом проектування стало комплексне використання сировини різного походження, багатого на білок та дефіцитні у хлібі полі ненасичені жирні кислоти групи ω-3.

Завдяки програмному комплексу "OPTIMA" був підібраний склад рецептури хліба з $I_b = 0,99$ і $I_d = 0,99$, що містить, % до маси борошна: казеїну — 13, сухого яєчного білка — 21,7; сухої пшеничної клейковини — 0,1.

У табл. 1 наведений хімічний склад виробів: контрольного зразка 1 і дослідного зразка 2 з комбінованим білком.



1- контроль (за базовою рецептурою); 2 – дослідний зразок

Рис.1 Результати пробного випікання

Для пробного випікання хліба замішували тісто вологістю 44 % безопарним способом. При перемішуванні компонентів спостерігалась різна консистенція тіста – дослідний зразок (№ 2 на рис. 1) мав більш липку масу, ніж контрольний (№ 1). Дослідний зразок мав занижений об'єм. Проте форма всіх виробів була правильною, а структура пористості відрізнялась несуттєво. Формостійкість подового виробу другого зразка була кращою (0,47) від контрольного зразка (0,39). Колір скоринки досліджуваного хліба мав більш виражений коричневий відтінок порівняно з контролем, проте м'якушка мала сильно виражений запах і присмак яєчного білка. Саме тому такий хліб, незважаючи на дуже високу харчову цінність, не може бути рекомендований як виріб масового вживання. Подібні вироби доцільно вживати спортсменам, людям зайнятим тяжкою фізичною працею або людям, які не мають можливості повноцінно харчуватися.

Таблиця 1 — Хімічний склад хлібобулочних виробів, г/100 г продукту

Складові	Хліб	
	базовий (хліб пшеничний з борошна II сорту за ГОСТ 27842-88)	за рецептурою, що проектується
Білок	8,8	22,18
Незамінні амінокислоти, мг/100 г:		
Ізолейцин	427	1127
Лейцин	634	1838
Лізин	266	1199
Метіонін + Цистин	130	924
Фенілаланін+Тирозин	445	1930
Треонін	283	888
Триптофан	99	220
Валін	400	1291
Індекс якості білка I_b	0,70	0,99
Жир	1,31	1,89
Фракції жирних кислот, мг/100 г:		
НЖК	202	203
ПНЖК _{ω-6}	29	368
ПНЖК _{ω-3}	556	522
МНЖК	159	230
Індекс якості ліпідів I_d	0,78	0,99
Загальна кількість вуглеводів, у.т.ч.:		
Крохмаль	49,17	34,84
Моно- та дисахариди	45,36	32,64
Клітковина	1,30	0,94
	0,22	0,60
Зола	2,53	2,52
Енергетична цінність, ккал	232,65	237,68

Таблиця 2 — Рецептúra полікомпонентної суміші для виробництва хліба

№	Сировина	Витрати на 1 т готової продукції, кг	
		в натурі	в сухих речовинах
1.	Борошно пшеничне 2сорту	597,77	514,09
2.	Дріжджі сухі	9,39	8,74
3.	Сіль	12,81	12,81
4.	Клейковини пшенична суха	17,08	16,74
5.	Борошно кукурудзяне	17,08	15,71
6.	Борошно ячмінне	51,24	44,06
7.	Зерно сої (дроблене)	17,08	15,63
8.	Зародки смажені	34,16	32,11
9.	Насіння льону	59,78	51,71
10.	Насіння соняшнику	17,08	15,20
11.	Сироватка суха	17,08	16,23
12.	Пластівці вівсяні	34,16	32,96
13.	Білок яєчний	76,86	68,40
14.	Білок молочний (казеїн)	38,43	34,20
Разом		1000,00	—

Подальші дослідження були спрямовані на отримання хлібобулочних виробів із збалансованим хімічним складом, але з покращеними органолептичними показниками. З використанням комп'ютерної програми "ОРТІМА" і серії пробних випікань запропоновано склад композитної суміші (табл. 2) на основі пшеничного борошна другого сорту, сухих дріжджів і солі з додаванням ще 11 інгредієнтів, які у комплексі складають білок з індексом якості білка $I_b=0,90$ та індексом якості ліпідів $I_l=0,98$.

Пробні випікання хліба з такої композитної суміші проводили за різними технологіями: безопарним способом, з попереднім замочуванням суміші, на диспергованій фазі, на великій густій опарі, з використанням КМКЗ та за холодною технологією. Технологічні параметри процесів наведено у табл. 3, показники якості готової продукції – у табл. 4. За результатами пробного випікання як оптимальний для виготовлення формового хліба обрано спосіб приготування тіста на попередньо диспергованій суміші.

Таблиця 3 — Технологічні параметри та показники якості хліба

Параметри, показники якості	СПОСІБ ТІСТОПРИГОТУВАННЯ					
	Безопарний	З попереднім замочуванням суміші	З попереднім диспергуванням суміші	На великій густій опарі	З використанням КМКЗ	За холодною технологією
Параметри технологічного процесу						
Температура води для замісу, °C	35	35	35	35	35	20
Тривалість підготовчої операції для суміші, хв.	—	замочування суміші 60	диспергування суміші 15	—	—	—
Тривалість замісу тіста, хв.	15					
Температура в термостаті, °C	30					
Тривалість бродіння, хв: опари тіста	— 150	— 150	— 150	120 60	— 150	— 20
Тривалість вистоювання, хв	35					60
Тривалість випікання, хв	35					
Вологість тіста, %	45,5	46,0	46,0	45,5	46,0	46,0
Кислотність тіста, град.:						
початкова	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0
кінцева	7,0	6,5	7,0	6,5	7,5	6,5

Продовження табл. 3

Параметри, показники якості	СПОСІБ ТІСТОПРИГОТУВАННЯ					
	Безопарний	З попереднім замочуванням суміші	З попереднім диспергуванням суміші	На великій густій опарі	З використанням КМКЗ	За холодною технологією
Показники якості хліба						
Кислотність, град.	2,8	3,0	3,2	3,0	3,2	2,4
Масова частка води, %	45,0	45,5	45,5	45,0	45,5	45,5
Питомий об'єм, см ³ /100г	188	190	217	172	176	194
Формостійкість (H/D)	0,37	0,38	0,41	0,31	0,34	0,29



1 — безопарним способом; 2 — з попереднім замочуванням суміші; 3 — з попереднім диспергуванням суміші; 4 — на великій густій опарі; 5 — з використанням КМКЗ; 6 — за холодною технологією.

Рис. 2 — Хліб з композитної суміші, випечений за різними способами тістоприготування

Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук оптимальних поліпшувачів якості хліба з розробленої композитної суміші.

Висновки

1. Розроблено рецептурну композицію хліба з підвищеним вмістом білка з індексом якості $I_6=0,99$ для харчування спортсменів, людей зайнятих тяжкою фізичною працею або людей, які не мають можливості повноцінно харчуватися.
2. Розроблено рецептурний склад композитної суміші для виробництва хліба підвищеної харчової цінності ($I_6=0,90$, $I_n=0,98$).
3. Оптимальним способом для виробництва формового хліба з розробленої композитної суміші є спосіб з використанням попереднього диспергування суміші.

Література

1. Циприян В.И., Матасар И.Т., Билко Т.Н. Состояние фактического питания населения Украины в современных экологических условиях в зоне с различными уровнями содержания радиоактивных веществ в окружающей среде // Материалы VII Всероссийского конгресса «Здоровое питание населения России». — М.: 12–14 ноября 2003г. — Т.2. — С.547–548.
2. Гігієна харчування з основами нутриціології / За ред. В.І. Ципріяна. — К.: Здоров'я, 1999. — 568 с.
3. Гуліч М.П. Порушення структури харчування населення України, шляхи вирішення проблеми // Матеріали наук.-практ. конф. «Харчові добавки, інгредієнти, БАДи : їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв». — К.: Товариство «Знання» України. — 2003. — С.5–11.
4. Щудро С.А. Особливості фактичного харчування та стану здоров'я підлітків промислового регіону // „Гігієнічна наука та практика на рубежі століть”. Матеріали XIV з'їзду гігієністів України. Том II. — Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС. — 2004. — С. 397–400.

5. Матасар І.Т., Петрищенко Л.М. Стан фактичного харчування у жінок фертильного віку, які проживають на радіаційно забруднених територіях // „Гігієнічна наука та практика на рубежі століть”. Матеріали XIV з'їзду гігієністів України. Том II. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС. – 2004. – С. 400–401.
6. Порушення стану фактичного харчування дітей України, шляхи вирішення проблеми / О.М. Оноприєнко, О.Д. Ольшевська, О.О. Ятченко та ін. // „Гігієнічна наука та практика на рубежі століть”. Матеріали XIV з'їзду гігієністів України. Том II. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС. – 2004. – С. 412–414.
7. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 363 с.
8. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
9. Арсеньєва Л.Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами. Дисертація на здоб. наук. степ. д.т.н./ Наук. консультанти: В.І. Дробот, В.Н. Корзун - К.:2007. – 300с. НУХТ.

УДК 664.661.212:633.11-021.465.

ВИКОРИСТАННЯ НЕПРОДОВОЛЬЧОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА

Пшенишнюк Г.Ф., канд. техн. наук, доцент, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент,
Іванова Г.С., пошукувач, Костюченко І.В., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведені результати дослідження кінетики набухання зерна пшениці в залежності від її якості та температури середовища, оптимальних параметрів замочування зерна, основних показників якості зернового хліба із непродовольчої пшениці. А також показана можливість її використання при виробництві даного виду хліба. Відмічена необхідність подальшого удосконалення технології та складу рецептури зернового хліба лікувально-профілактичного призначення.

In article are described results of researching kinetics swelling of grain wheat depending on quality and temperature of environment, optimum parameters of soaking of grain, the basic indicators quality of grain bread from not food wheat are resulted. And also shown possibility of its use in manufacture of such bread. Necessity of the further improvement of technology and structure of a compounding of grain bread of treatment-and-prophylactic appointment is noted.

Ключові слова: непродовольче зерно, миття, замочування, диспергування, рецептура, тісто, бродіння, зерновий хліб, якість, харчова цінність.

Останнім часом, під впливом підвищення попиту на групу продуктів здорового харчування та загального розвитку харчової галузі, перед вченими та працівниками хлібопекарської галузі постала проблема розширення асортименту виробів на основі використання нетрадиційних видів сировини з метою надання їм функціональних властивостей. В зв'язку з цим в Україні і інших країнах світу проводяться дослідження щодо створення нових лікувально-профілактичних сортів хліба, на деяких підприємствах галузі розроблена та запроваджена у виробництво група виробів „преміум-класу”, серед яких не останнє місце посідає зерновий хліб та хлібобулочні вироби з додаванням злаків [9-13]. Дані види виробів характеризуються оригінальним смаком, збалансованим вітамінно-мінеральним складом і функціональними властивостями.

Зерновий хліб володіє цілим рядом переваг – є джерелом біологічно активних компонентів (харчових волокон, лімітуючих амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин), сприятливо впливає практично на всі життєво важливі системи організму людини, а технологія його виробництва забезпечує ефективне використання зернових ресурсів. Особливо актуальним є споживання такого хліба для регіонів з несприятливою екологічною ситуацією та радіоактивно забруднених районів.

Для виробництва такого хліба використовують високоякісне зернове збіжжя. В той же час, хліб із цілого зерна поступається за якістю виробам із сортового борошна непривабливим кольором і виглядом, більш ущільненою м'якушкою з непритаманним для виготовленого за традиційними технологіями хліба смаком.

За даними літератури [14], на сертифіковані зернові склади (СЗС) в минулому році надійшло 9,6 млн. т зерна, із яких досліджено 9,1 млн. т – 95 % від загального об'єму. Питома вага окремих класів пшениці відповідно ДСТУ 3768:2004 наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація зерна за вмістом білка

Клас зерна	Кількість зерна	
	тис. т	%
1	21,9	0,2
2	106,7	1,2
3	957,5	10,5
4	2162,0	23,7
5	1144,9	12,5
6	4641,7	50,8
некласична	100,9	1,1
Всього	9135,7	100

Вміст білка в партіях пшениці коливався від 4 до 18,2 %, а середньозважений показник за вмістом білка склав всього 10,3 %. При цьому, масова частка зерна пшениці 5 та 6 класу складала аж 63,3 %.

Аналіз якості пшениці, яка надійшла на СЗС в минулому році за вмістом та якістю клейковини показав, що значні об'єми зерна мали невисокий вміст клейковини низької якості або зовсім були з невідмиваючою клейковиною.

За якістю клейковини на СЗС надійшло 4,8 % зерна пшениці першої, 49,6 % — другої і 21,0 % третьої групи, 24,6 % склало зерно пшениці з невідмиваючою клейковиною. Таким чином, в минулому році на СЗС надійшло 45,6 % пшениці 3-ої групи якості та з невідмиваючою клейковиною.

Отже, можна зробити висновок, що значна кількість пшениці не відповідає вимогам продовольчої, тобто не придатна для переробки на борошно для хлібопекарського виробництва, але може бути використана в якості вихідної сировини для виробництва зернового хліба після відповідної технологічної обробки.

Метою даної роботи є дослідження можливості розширення сировинної бази та зниження вартості зернового хліба за рахунок використання непродовольчого зерна пшениці.

Загальновідома та найпоширеніша технологія приготування зернового хліба складається з наступних стадій: миття; замочування; пророщення зерна пшениці 12...24 год. при коливанні температури середовища 15...50 °C [5-8], призначенням якого є синтез і активація ферментів, під впливом яких досягається розчинення резервних речовин зерна; його диспергування на відповідному обладнанні (диспергаторі); підбір рецептури; заміс тіста на основі зернової маси; бродіння тіста; його розробка; вистоювання та випічка тістових заготовок [1].

В процесі миття зерно вивільнюється від пилу, бруду, різного виду домішок, мікроорганізмів і збудників хвороб, невластивих запахів.

Замочування зерна характеризується взаємодією складових зерна з надлишковою кількістю води. При цьому вода потрапляє в середину зернівки завдяки різній здатності гідрофільних речовин зерна поглинати молекули води і утворювати сполучення за допомогою міжмолекулярних сил тяжіння. В результаті осмотичного поглинання води біолоїди зерна набухають, а його об'єм збільшується на 40...45 %.

При цьому швидкість поглинання води зерном, набухання залежить від його сорту, щільності, міцності, хімічного складу зернівки та ін. Тому на першому етапі була досліджена кінетика набухання різних сортів зерна пшениці у водопровідній воді, температура якої коливалась в межах 10...40 °C. Для дослідів використовували зразки пшениці, показники якості якої наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники якості зерна пшениці

Показники якості зерна	М'яке зерно	М'яке непродовольче зерно (зразок 1)	Тверде лущене зерно	Тверде не лущене зерно	М'яке непродовольче зерно (зразок 2)
Колір	Характерний зерну пшениці, світлий з коричневим відтінком				
Запах	Притаманний здоровому зерну, без сторонніх запахів гнилої, затхлості				
Смак	Притаманний нормальному зерну пшениці, майже прісний				
Сипучість	Добра, без наявності грудочок				
Засміченість	Незначна				
Пошкодженість та зараженість	Не виявлено				
Натуральна маса, г/л	714	746	713	724	780
Абсолютна маса, г	41,4	41,2	43	42,6	41

Продовження табл. 2

Показники якості зерна	М'яке зерно	М'яке непродовольче зерно (зразок 1)	Тверде лущене зерно	Тверде не лущене зерно	М'яке непродовольче зерно (зразок 2)
Скловидність, %	38	46	73	81	52
Вологість, %	13,4	12,8	12,6	12,5	13,2
Кількість сирової клейковини, %	30,7	-	23,9	24,2	15,5
Якість клейковини: Колір Еластичність	світло-сірий задовільна	не відмивається	світло-сірий добра	світло-сірий добра	світло-сірий незадовільно-слабка
Розтяжність, см	18	-	15	16	25
Показання ВДК-1, од. пр.	90	-	75	78	115
Вологість сирової клейковини, %	67,5	-	65,0	62,2	69,2
Вміст сухої клейковини, %	9,98	-	8,34	9,15	4,77

Залежність водопоглиняючої здатності зразків пшениці від температури та тривалості процесу замочування (рис. 1), свідчить, що, в цілому, набухання зерна більш інтенсивно проходить при вищій температурі середовища у зразків із м'яких сортів пшениці.

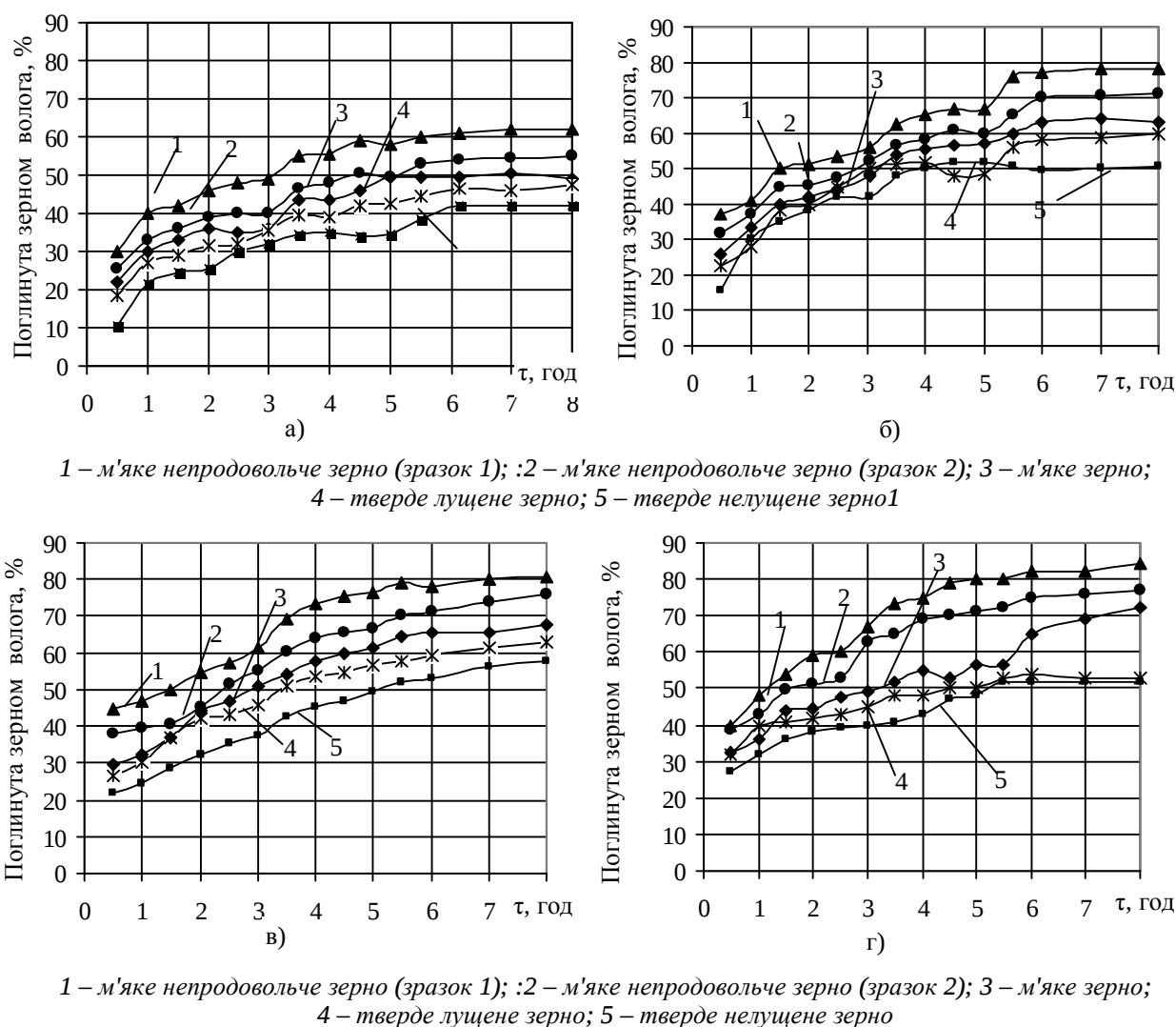


Рис. 1 Динаміка вологопоглинання зерном пшениці при температурі середовища: а) 10 °C; б) 20 °C; в) 30 °C; г) 40 °C

При цьому, незалежно від температури води та якості зерна, в перші 6 год. замочування відбувається досить інтенсивне поглинання води. Відповідно даним літератури [8, 9], це пов'язано з сорбуванням молекул води спершу периферійними шарами зернівки, а вже потім її центральними шарами. При цьому, найбільш зволоженими будуть периферійні частинки зернівки. Поглинання води відбувається ступінчасто. Це пов'язано з першочерговим поглинанням води плодовою оболонкою, яка має рихлу капілярно-пористу структуру і велику поверхню контакту з молекулами води. Наявність градієнта вологості між сусідніми шарами оболонок, алеїронового шару і ендосперму викликає переміщення молекул води у внутрішні шари зернівки та створення внутрішньої напруги, релаксація якої призводить до руйнування структури зернівки і появи мікротріщин. Останні прискорюють переміщення води із зовнішніх шарів зернівки у внутрішні.

Переміщення води із зовнішніх шарів зернівки у внутрішні, гідратація біополімерів, прояв активності гідролаз і початок природних біохімічних процесів призводять до складних структурних перетворень, які змінюють натуру зерна, скловидність, щільність, міцність і в, кінцевому підсумку, викликають зміну технологічних властивостей зерна.

В зв'язку з низькою урожайністю та вимогливістю до ґрунту, тверді види пшениці є дефіцитною сировиною, тому для дослідження технологічних властивостей зернового тіста та якості готових виробів використовували м'яке непродовольче (зразок 2) та продовольче зерно, яке замочували протягом 6 год. при температурі води 18 ± 2 °C, так як підвищення температури незначно скорочує тривалість замочування, але призведе до ускладнення технологічного процесу та збільшення енергетичних витрат на виробництво зернового хліба.

Безпосередньо перед диспергуванням зерно знову ретельно промивали. При цьому видаляються залишки бруду, а головне – більша частина сторонньої мікрофлори (пліснявих грибів, гнилісних і маслянокислих бактерій, тощо). Замість тіста на основі зернової маси та вихідних компонентів рецептури здійснювали на лабораторній тістомісильній машині періодичної дії до однорідного стану.

Дозрівання зернового тіста – складний багатоступеневий процес, при якому відбувається ферментна обробка зернових оболонок (висівок), накопичення продуктів бродіння та продуктів гідролітичного розкладу біополімерів. Від якості та глибини змін, що відбуваються в процесі дозрівання тіста та його тривалості в значній мірі залежить якість готових виробів.

Для розроблення рецептурного складу та удосконалення технології хліба із цілого зерна попередніми дослідженнями було визначено газоутворюючу здатність зернового тіста, кислотонакопичення та підйомну силу в процесі його бродіння. Тісто із зернової маси характеризується низькою газоутворюючою здатністю у результаті низької дисперсності, що призводить до недостатнього накопичення речовин, які беруть участь у формуванні смаку і аромату готових виробів та їх низького питомого об'єму [15]. Крім того, в процесі приготування зернового тіста у наслідок значної активності амілолітичних (особливо α -амілази) та протеолітичних ферментів відбувається його розрідження та розслаблення, а у подальшому розпливання тістових заготовок, що також погіршує якість виробів. Тому, для коректування газоутворення тіста та зниження активності ферментів шляхом підвищення кислотності тіста при розробленні рецептури передбачили внесення цукру та молочної сироватки.

Зернове тісто вологістю 46,5 % при співвідношенні рецептурних компонентів – 4 % пресованих дріжджів, 1,75 % солі кухонної, 2 % цукру-піску, 2 % соняшникової олії, 15 % молочної сироватки до загальної кількості зерна в зерновій масі, готували безопарним прискореним способом, яке після 30-хв. бродіння при температурі 28...30 °C розробляли на шматки масою 350 г., вистоявали в формах до готовності та випікали при температурі 220 °C протягом 35...40 хв. З метою покращення якості виробу частину зернової маси заміняли пшеничним борошном в/с. Основні показники якості хліба з непродовольчого (зразок 2), продовольчого зерна пшениці та суміші його з пшеничним борошном наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Показники якості зернового тіста та готових виробів

Показники	Співвідношення зерна та борошна в тісті, %					
	Зерно		75:25	50:50	25:75	Борошно
	продов.	непродов.				
Показники якості тіста						
Температура, град	30	30	30	30	30	30
Тривалість бродіння, год.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вологість, %	46,5	46,5	46,3	45,7	45,0	44,5
Кислотність, град.	3,4	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0
Підйомна сила, хв.	14	16	14	12	10	5

Продовження табл. 3

Показники	Співвідношення зерна та борошна в тісті, %					
	Зерно		75:25	50:50	25:75	Борошно
	продов.	непродов.				
Показники якості зернового хліба						
Органолептичні:						
Форма	Правильна, відповідає хлібній формі, в якій проводилося випікання					
Колір скоринки	Темний		Темний	Темно-жовтий	Жовтий	Золотисто-жовтий
Стан поверхні	з підривами і тріщинами		з тріщинами	більш-менш гладка з невеликими тріщинами	достатньо гладенька	гладенька
Стан м'якушки	липкувата		липкувата	Достатньо м'яка, суха	М'яка, суха	М'яка, суха еластична
Характер пористості	нерівномірна, товстостінна		крупна, товстостінна	Недостатньо розвинена, товстостінна	Достатньо розвинена, більш дрібна	Добре розвинена, тонкостінна
Смак	Властивий зерновому хлібу, з яскраво вираженим солодкуватим присмаком					Властивий пшеничному хлібу
Запах	Яскраво виражений хлібний аромат, без сторонніх запахів					Властивий пшеничному хлібу
Фізико-хімічні:						
Вологість, %	45,6	45,4	45,1	44,5	43,9	43,7
Кислотність, град.	3,1	3,2	3,0	2,9	2,8	2,7
Пористість, %	57	55	62	64	68	74
Питомий об'єм, см ³ /г	1,85	1,62	2,05	2,19	2,41	3,04

Висновки

1. Встановлено, що зерновий хліб із непродовольчої пшениці дещо поступається за фізико-хімічними показниками хлібу з продовольчого зерна, але внесення до його рецептури 25 % пшеничного борошна дозволяє отримати хліб прийнятною для зернового хліба якістю.

2. Показана можливість і перспективність виробництва хліба із цілого зерна непродовольчої пшениці з метою отримання продуктів лікувально-профілактичної дії та розширення сировинної бази.

3. В той же час необхідно приділити значну увагу удосконаленню технології та рецептурного складу зернового хліба для отримання виробів, які б мали більш сприятливий зовнішній вигляд, кращі смакові властивості та фізико-хімічні показники якості.

Література

1. Антонов В. М. Хлеб из пророщенного зерна - гарант здоровья // Хранение и перераб. зерна. - 2003. - № 12. - С.48-49.
2. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, 2002.- 363 с.
3. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. – К.: Урожай, 1998.-410с.
4. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия дефектного зерна и пути его использования. - М.: Наука, 1979. - 152 с.
5. Козубаева Л. А., Злочевский В. Л., Конева С. И. Изменение свойства зерна пшеницы при его подготовке для получения зернового хлеба // Изв. вузов. Пищ. технол. - 2002. - №5-6. - С. 15-16.
6. Кузьмина С. С. Совершенствование технологии зернового хлеба и его товароведная оценка: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. - Кемерово, 2006. - 19 с.
7. Лобачёв Е. М. Как приготовить хлеб из пророщенной пшеницы. Е. М. Лобачёв // Зерновое хозяйство. - 2003. - №5. - С. 28 - 34, №6. - С. 31 - 33, №7. - С. 28-33, №8. -С. 29-34.
8. Махинько В.М., Махинько Л.В., Яценко О.М. Підбір середовища замочування зерна при виробництві зернового хліба.//Хранение и переработка зерна.-2008.- №11.с. 33-36
9. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи технологія переробки зерна.- Одеса: Друк, 2001-348 с.

10. Пат. 71777 Україна, МПК7 А 21 D 13/02. Спосіб виробництва хлібного виробу «Тонус»: Громенко О. А., Громенко О. В.-№20031211756; Заявл. 17.12.2003; Опубл. 15.12.2004.
11. Пат. 2058080 РФ, МПК6 А 21 D 13/02. Спосіб производства зернового хлеба: Коротков Ю. А., Коваль И. В., Коваль И. Д., 1995.
12. Пат. 2102888 РФ, МКИ А 21 D 13/02. Спосіб производства зернового хлеба: Романов А. С, 1998, Бюл. № 23.
13. Пат. 2258377 Россия, МПК7 А 21 D 13/02. Спосіб производства зернового хлеба: Орлов. ГТУ, Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А., Хмелева Е. В., Сатцаева И. К. - № 2004108546/13; Заявл. 22.03.2004; Опубл. 20.08.2005.
14. Предварительный анализ качества пшеницы урожая 2008. // Хранение и переработка зерна. – 2008. – №10. - С. 42-45.
15. Технология хлеба на основе целого зерна пшеницы/ Г.Ф. Пшенишнюк, О.В. Макарова, А.С. Иванова// Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1. – С. 75-79.

УДК 664.661

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ РОСЛИННИХ ДОБАВОК НА ХІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Лебеденко Т.Є., канд. техн. наук, доцент, Решта С.П. канд. техн. наук, доцент,
Ружицька Н.В. магістрант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто можливість використання мікрододорості спіруліни, спеції естрагон, лікарської рослини кропива дводомної для збагачення хлібобулочних виробів біологічно активними речовинами: вітамінами, мікроелементами, антиоксидантами. Вивчено вплив внесення (0,05 – 0,2) % даних добавок до маси борошна на показники якості борошна та готових виробів. Запропоновано рекомендації щодо введення вивченої сировини до рецептури хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого ґатунку.

Published data about the possibility of using Spirulina platensis, tarragon and nettle as a source of vitamins, microelements, antioxidants for the enrichment of bakery products. The influence of listed additives on quality of wheaten bread, quality of gluten and CO₂-yielding in dough has been studied. Recommendations as to applying of studied raws into composition of wheaten bread has been offered.

Ключові слова: спіруліна, естрагон, кропива

Збагачення продуктів харчування є одним з ефективних шляхів покращення здоров'я населення, зменшення негативного впливу навколишнього середовища на організм людини.

Хлібобулочні вироби – це продукти, які займають значну частину в нашому раціоні, проте їх хімічний склад не є досконалим. Хліб, особливо з сортового борошна бідний на вітаміни, харчові волокна, містить неповноцінний за амінокислотним складом білок.

Таким чином, хлібобулочні вироби є перспективним об'єктом для збагачення мікронутрієнтами.

Натуральні продукти мають перевагу перед синтетичними, оскільки їх складові - білки, вітаміни, мінеральні речовини знаходяться у формі природних сполук, тобто у формі, що легко засвоюється організмом. Комплексність їх хімічного складу обумовлює комплексне збагачення хліба одночасно білками, вітамінами, мінеральними сполуками, іншими важливими складовими. Одним з найпоширеніших і найбагатших джерел мікронутрієнтів є рослинна сировина: злаки, овочі, фрукти, олійні культури, водорості, лікарські трави та спеції [1,2].

При виборі збагачуючої добавки важливо враховувати її вплив на параметри технологічного процесу приготування хліба та якість готових виробів.

Вивчався вплив таких рослинних добавок, як мікрододорість *Spirulina platensis*, спеція естрагон та лікарська рослина кропива дводомна на хід технологічного процесу та якість готових виробів.

Мікрододорість спіруліна характеризується високим (до 70 %) вмістом білка, β-каротину, вітамінів групи В, заліза, пігментів. Має виражені антиоксидантні, імуномодулюючі, онко- та радіопротекторні властивості, встановлено її гіпохолестеринемічну та гіпоглікемічну дію [3-5].

Спеція естрагон характеризується вмістом цінної ефірної олії, вітаміну С, флавоноїдів. Естрагон здавна використовувався не тільки як приправа, а й як засіб проти цинги, курячої сліпоты, при розладах кишково-шлункового тракту, як протизапальний та антибіотичний засіб [6-8].

Кропива дводомна у вигляді молодих пагонів вживається в їжу, а листя, зібране в період цвітіння, є сировиною для фармацевтичної промисловості. Вона характеризується високим вмістом вітамінів, особливо вітамінів С та К, β -каротину, флавоноїдів, заліза та кальцію. Має антибіотичну, гіпоглікемічну, антиоксидантну активність, використовується як гемостатичний та протианемічний засіб [8-11].

Всі добавки вводилися у вигляді порошків. Порошок спіруліни попередньо розводили водою і отримували суспензію; порошки кропиви та естрагону змішували з борошном. В дослідях використовували борошно пшеничне вищого сорту зі зниженими хлібопекарськими властивостями.

Вивчали вплив добавок рослинної сировини в кількостях 0,05; 0,1; 0,15; 0,2% на білково-протеїназний та вуглеводно-амілазний комплекси борошна, підйомну силу тіста, якість готових виробів.

Як видно з табл.1, всі добавки дещо збільшили вихід сирової клейковини, при цьому зросла і її гідратаційна здатність (табл.2). Таке збільшення виходу сирової клейковини можна пояснити її підвищеною вологістю. Можна припустити, що додаткова волога зв'язується нерозчинними полісахаридами, які потрапляють до клейковини із сировиною. Найбільший вихід сирової клейковини спостерігався у зразках з додаванням спіруліни та кропиви.

Таблиця 1 – Вплив добавок на кількість сирової клейковини

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Кількість сирової клейковини, %			
Контрольний	29			
З спіруліною	29,4	29,7	30	30,4
З естрагоном	29	29,1	29,2	29,3
З кропивою дводомною	30	30,8	31	31,2

Таблиця 2 – Вплив добавок на якість клейковини

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Показник пружності на ІДК – 1М, од. прил.			
Контрольний	87,5			
З спіруліною	92,5	92,5	95	95
З естрагоном	86	92,5	92,5	95
З кропивою дводомною	95	95	100	100

При цьому всі добавки, окрім 0,05% естрагону, викликали розслаблення клейковини (табл.3), особливо розслаблюючий ефект виявився у зразках з додаванням кропиви.

Таблиця 3 – Вплив добавок на гідратаційну здатність клейковини

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Гідратаційна здатність клейковини, % до маси сухої клейковини			
Контрольний	143,9			
З спіруліною	156,4	156,4	168,4	181,7
З естрагоном	150	150	163	163
З кропивою дводомною	163	170,3	170,3	185,7

При дослідженні якості клейковини за розпливанням кульки тіста, чіткої залежності розпливання від кількості добавок не простежувалося, але значення цього показника були достатньо близькими до контролю (табл. 4).

При дослідженні газоутворюючої здатності борошна було помічено, що внесення спіруліни в усіх концентраціях (рис. 1 – 4), естрагону в кількості (0,05 – 0,15) %, сприяло інтенсифікації газоутворення. У випадку спіруліни це можна пояснити внесенням з добавкою додаткового азотного живлення, вітамінів

та мінералів, що сприятливо впливають на життєдіяльність дріжджів. З естрагоном вносяться вітаміни та цукри.

Таблиця 4 – Оцінка якості клейковини за розпливанням кульки тіста

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна				
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05% спіруліни + 0,1% естрагону
	Діаметр кульки тіста, мм				
Контрольний	88				
З спіруліною	88	86	86	89	88
З естрагоном	84	86	87	87	
З кропивою дводомною	90	86	88	92	-

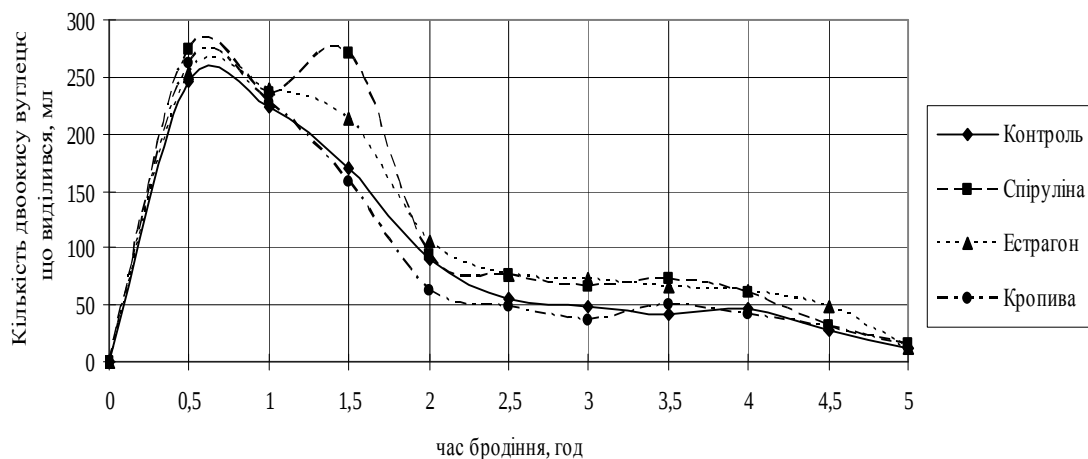


Рис. 1 – Вплив внесення 0,05 % добавок на інтенсивність газоутворення в тісті

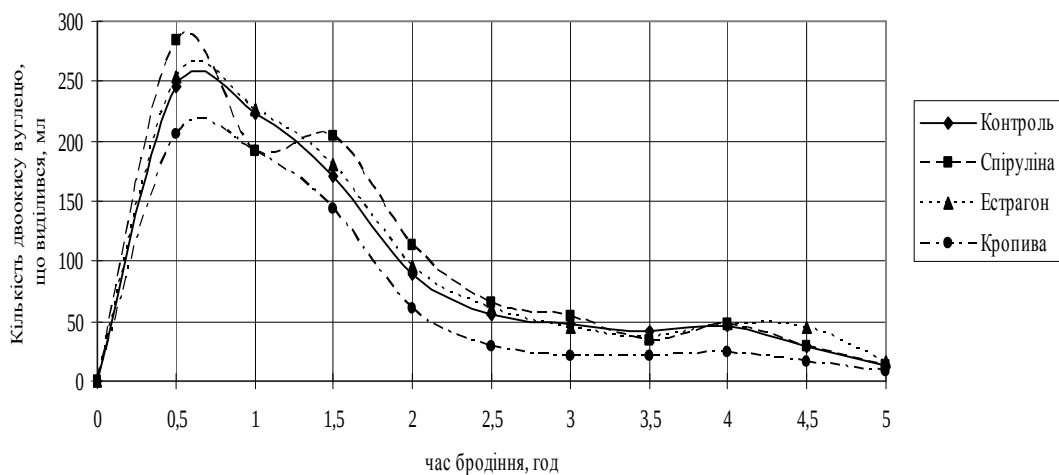


Рис. 2 – Вплив внесення 0,1 % добавок на інтенсивність газоутворення в тісті

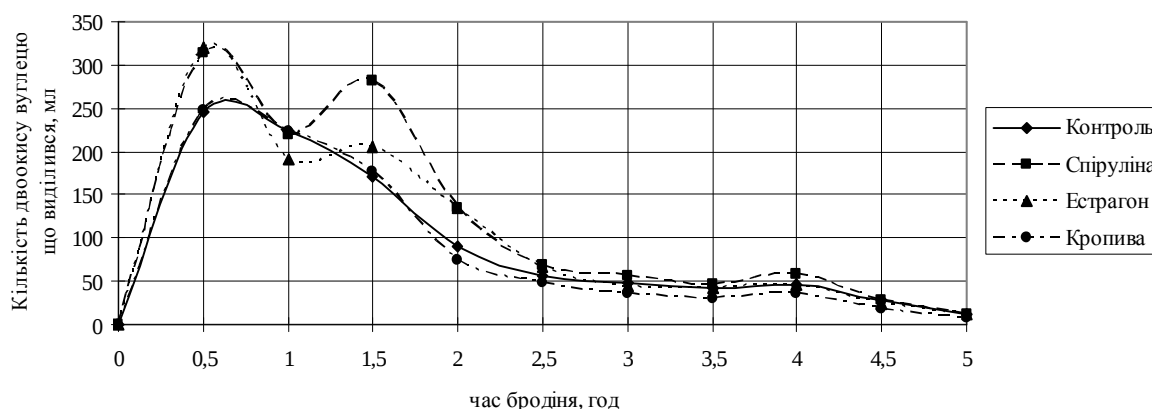


Рис. 3 – Вплив внесення 0,15 % добавок на інтенсивність газоутворення в тісті

Як видно з рис.4, дозування 0,2 % естрагону та кропиви в усіх концентраціях зменшило інтенсивність газоутворення. Це може бути пов'язано з антисептичним ефектом даних рослин.

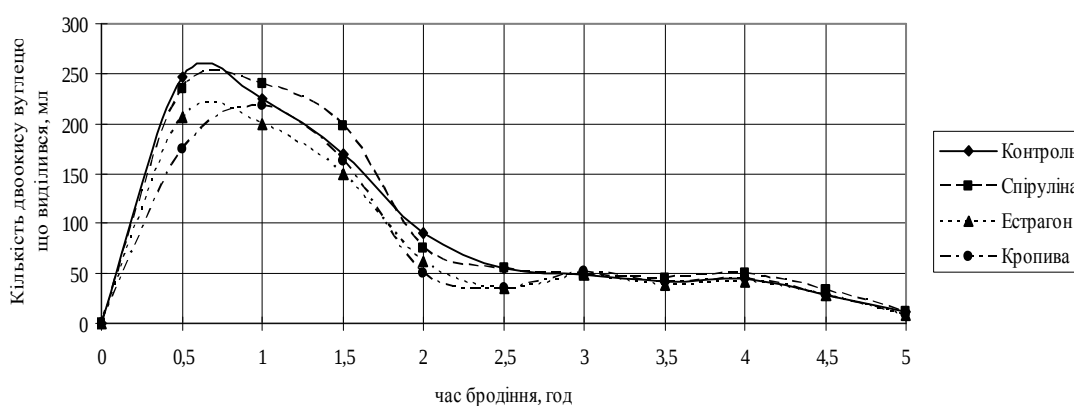


Рис. 4 – Вплив внесення 0,2 % добавок на інтенсивність газоутворення в тісті

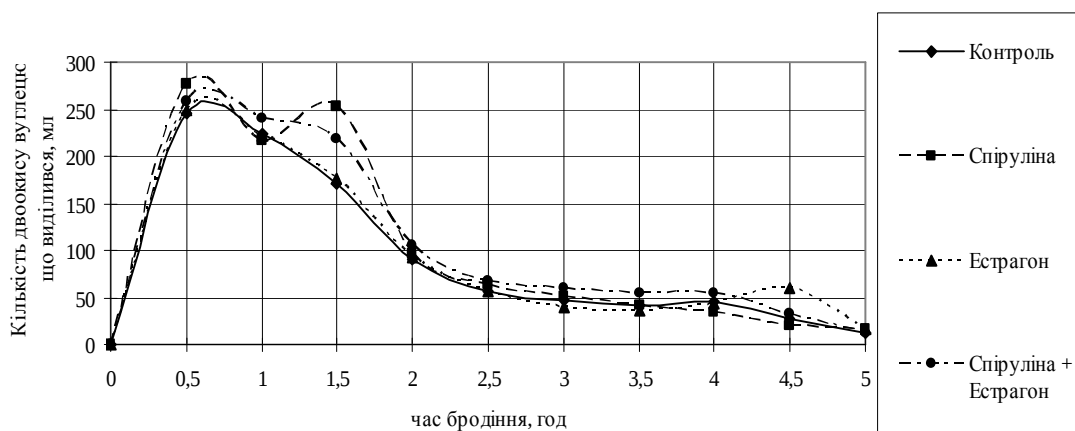


Рис. 5 – Вплив внесення 0,05 % спіруліни і 0,1 % естрагону на інтенсивність газоутворення в тісті

Враховуючи сприятливий вплив спіруліни та естрагону на технологічний процес приготування хліба, було доцільним вивчити вплив композиції 0,05 % спіруліни та 0,1 % естрагону. В обраних дозуваннях колір виробів майже не відрізнявся від контрольного зразка. При внесенні композиції 0,05 % спіруліни з 0,1 % естрагону (рис. 5) інтенсивність газотворення збільшилась в порівнянні з контролем та зразком з 0,1 % естрагону, але зменшилась в порівнянні зі зразком з 0,05 % спіруліни.

Внесення естрагону призводить до зменшення підйомної сили тіста (табл. 5), додавання спіруліни та композиції 0,05 % спіруліни з 0,1 % естрагону збільшує цей показник (час спливання кульки тіста зменшився) в порівнянні з контролем.

Таблиця 5 – Підйомна сила тіста за спливанням кульки тіста.

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Час спливання кульки тіста, хв			
Контрольний	28			
З спіруліною	27	27	24	22
З естрагоном	29	30	24	32
З кропивою дводомною	27	27	27	30
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	27			

Додавання спіруліни та композиції 0,05 % спіруліни з 0,1 % естрагону сприяли збільшенню питомого об'єму готових виробів, внесення естрагону та кропиви призводить до деякого зменшення цього показника (табл. 6).

Таблиця 6 – Визначення впливу добавок на питомий об'єм хліба

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	питомий об'єм, см ³ /100г			
Контрольний	340			
З спіруліною	340	352	360	
З естрагоном	330	300	310	318
З кропивою дводомною	329	380	300	304
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	400			

Внесення всіх добавок, як видно з табл.7, зменшує формостійкість подових виробів, лише у зразку з додаванням 0,05 % естрагону цей показник перевищував контроль. У зразку з додаванням композиції 0,05 % спіруліни та 0,1 % естрагону формостійкість була, як у контролю.

Таблиця 7 – Визначення впливу добавок на формостійкість хліба

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Формостійкість Н/Д			
Контрольний	0,463			
З спіруліною	0,454	0,45	0,44	
З естрагоном	0,47	0,45	0,441	0,45
З кропивою дводомною	0,42	0,42	0,423	0,41
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	0,46			

Спіруліна в кількості 0,05 – 0,15 %, кропива в кількості 0,05 – 0,1 % сприяли збільшенню пористості готових виробів, естрагон в усіх концентраціях та кропива в кількості 0,15 – 0,2 % знижували цей показник. Композиція 0,05 % спіруліни та 0,1 % естрагону практично не змінили пористість виробів в порівнянні з контролем (табл. 8-9).

На кислотність хліба (табл. 10) додавання композиції 0,05 % спіруліни та 0,1 % естрагону не вплинуло; спіруліна в кількості 0,1 – 0,15 % дещо збільшила цей показник, а додавання естрагону та кропиви в кількості 0,15 - 0,2 % призвело до його зменшення. Це можна пояснити бактерицидними властивостями складових вищеназваних добавок, що пригнічує молочнокислу мікрофлору.

Таблиця 8 – Визначення впливу добавок на пористість формового хліба

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Пористість, %			
Контрольний	71			
З спіруліною	71	71	72	
З естрагоном	69	69	69	69
З кропивою дводомною	75	72	68	68
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	71			

Таблиця 9 – Визначення впливу добавок на пористість подового хліба

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Пористість, %			
Контрольний	71			
З спіруліною	73	73	73	
З естрагоном	69	70	71	70
З кропивою дводомною	74	72	69	68
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	72			

Таблиця 10 – Визначення впливу добавок на кислотність хліба

Зразки	Кількість внесеної добавки, % до маси борошна			
	0,05	0,1	0,15	0,2
	Кислотність, град			
Контрольний	2,8			
З спіруліною	2,8	3,0	3,2	
З естрагоном	2,8	2,8	2,4	2,4
З кропивою дводомною	2,8	2,8	2,6	2,4
З 0,05% спіруліною + 0,1% естрагоном	2,8			

Вироби з внесенням спіруліни більше, ніж 0,05 %, естрагону та кропиви від 0,15 % набували зеленуватого кольору м'якушки, тобто внесення таких кількостей цих добавок в традиційні вироби не є доцільними.

Естрагон, завдяки приємному пряному присмаку можна запропонувати для введення у здобні вироби як біологічно активну та пряно-ароматичну добавку.

Спіруліну перспективно використовувати в кількостях до 0,05% як інтенсифікатор процесів бродіння, який, окрім технологічного ефекту, проявляє й фізіологічну активність.

Оскільки виявлено негативний вплив кропиви на процеси бродіння, якість клейковини та органолептичні показники готових виробів, її застосування для збагачення традиційних виробів з пшеничного борошна вищого гатунку можна вважати недоцільним.

Література

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 365с.
2. Е. Алексеев. Нетрадиционное природное сырье для производства хлебоулучшающих изделий // Хлебопродукты. – 2008. - №9 – с.50-51.
3. Н.И. Чернова, М.Я.Лямин, С.В. Киселева. Использование спирулины в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. – 2002. - №2 – с.80-82.
4. Н.И. Чернова, М.Я.Лямин, С.В. Киселева. Использование спирулины в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. – 2002. - №2 – с.80-82.
5. В.А. Ионова, М.М. Басова. Применение синезеленой микроводоросли *Spirulina platensis* в коррекции липидных и гемостатических нарушений у больных ишемической болезнью сердца. // Вопросы питания. – 2003. - №6. – с.28-31.
6. Г. И. Касьянов, И.Е. Кизим, М.А. Холодов. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности. // Пищевая промышленность. – 2000. - №5. – с.33-35.
7. А.М. Алгарова, И.Н. Зилфикаров, О.В. Северцева. Биохимическая характеристика и полезные свойства полыни эстрагон - *Artemisia dracunculoides* L. (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. – 2008. - №2. – с.31-35.

8. Крещу Л.Г. и др. Мир пищевых растений /Крещу Л.Г., Домашенко Л.Г., Соколов М.Д.; Под ред. А.Ф. Палия. – Кишинева: Тимпул, 1989. – с.328
9. Акопов И.Э. Кровоостанавливающие растения: (крово-останавливающие и другие их лечебные свойства). – Ташкент: Медицина, 1981. – 296с.
10. Лагеръ А.А. Лечение травами (Фитотерапия). – Красноярск: «Альком», 1993. – 384с.
11. Л. Маюрникова, Н. Давыденко, Е. Вотинова. Использование крапивы двудомной в хлебобулочных изделиях. // Хлебопродукты. – 2008. - №10. – с.58-59

УДК 664.65.045.5:005.936.42

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ І ЇХ ВПЛИВ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА

Солоницька І.В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій

При виробництві замороженого тіста необхідна повна ферментативна активність дріжджів і їх фізіологічна цілісність, а це в значній мірі досягається шляхом використання відповідних методів приготування тіста і умов заморожування і розморожування.

At the production of the frozen test complete fermentativnaya activity of yeasts and their physiological integrity is needed, and this purpose is largely arrived at by the use of the proper methods of preparation of test and terms of freezing and unfreezing.

Ключові слова: заморожене тісто, вистоювання, розморожування, дріжджова суспензія, регідратація, ферменти.

Заморожування різних рослинних тканин часто вимагає спеціальної попередньої їх обробки. Наприклад, в багатьох рослинних тканинах заморожування викликає шкідливі дефекти, викликані ферментативними процесами. Щоб уникнути цих небажаних реакцій, ферменти перед заморожуванням зазвичай інактивують шляхом нагрівання (бланшують). На щастя, в замороженому тісті ці проблеми не виникають через відсутність негативної ферментативної активності. Ферменти, які можуть надати негативну дію на властивості тіста (наприклад, протеази і амілази) можна виключити шляхом вибору муки з низькою активністю цих ферментів і відмови від використання в рецептурі ферментних препаратів. При виробництві замороженого тіста ми зацікавлені в повній ферментативній активності дріжджів і їх фізіологічній цілісності, а ця мета в значній мірі досягається шляхом використання відповідних методів приготування тіста і умов заморожування і розморожування [1, 2].

Охолодження тіста вимагає зниження температури лише до 4 °С (температури, яка підтримується в звичайному холодильнику), а заморожування вимагає, щоб температура продукту була знижена до рівня, при якому відбувається утворення льоду. У обох випадках консервація харчової системи (продукту, що розглядається як система) проводиться шляхом зниження швидкості фізичних і хімічних реакцій (змін), які відбувалися б при кімнатній температурі.

У зоні заморожування відбувається цілий ряд змін. По-перше, це фазовий перехід води в лід. У харчовій системі цю зміну має складніший характер, ніж при заморожуванні чистої води, включаючи багато інших змін, пов'язаних з цим фазовим переходом. У роботі [2] указується на те, що при заморожуванні різних тканинних систем необхідно брати до уваги природу і стан заморожуваного матеріалу, а також вид попередньої обробки (наприклад, бланшування), в ході якої ушкоджуються клітинні стінки (оболонки). У необробленій рослинній тканині (клітинні стінки в якій не пошкоджені) можливий осмотичний водний обмін; у непошкодженій тканині на переміщення води впливає швидкість заморожування. Якщо остання не дуже висока, значна кількість води може переміщуватися з кліток в міжклітинне середовище. Низькі температури і утворення льоду часто для клітинних мембран бувають несприятливими, і це стає очевидним після розморожування, коли втрачається осмотична цілісність і тургор. При прискореному заморожуванні утворення льоду усередині кліток також може викликати пошкодження клітинної структури і призводити до ферментативно індукованих реакцій і, у свою чергу, до зниження смаку і аромату.

Цей загальний принцип харчових технологій можна поширювати для поведінки властивостей тіста для хліба. При заморожуванні тіста для збереження осмотичного механізму переміщення води важливо підтримувати цілісність оболонок дріжджових кліток. Якщо ця умова виконується, в процесі заморожування-розморожування відбувається водний обмін між дріжджовими клітками і структурою тіста (дегід-

ратація унаслідок освіти льоду і регідратація), і підтримується звичайна швидкість бродіння при дозріванні. Решта частини тіста не містить живих мікроорганізмів, яких необхідно зберегти, проте матриця клейковини, що є високофункціональним компонентом тіста, повинна зберегти свої властивості реологій. Щоб заморожена клейковина могла відновити свій початковий стан, який вона мала в незамороженому тісті, його фізико-хімічні властивості повинні залишатися незмінними. Очевидно, що для цього при переході із замороженого стану в процесі розморожування потрібний регідратація і мінімальні пошкодження від хімічних реакцій і фізичного пошкодження льодом протягом заморожування і низькотемпературного (холодильного) зберігання.

У роботі [3] наголошується, що якщо харчова система може зберігатися при дуже низьких температурах в стані, що переохолоджував, без утворення льоду, її якість зберігається. Разом з тим, з утворенням льоду, який впливає на фізичні властивості тіста, процес заморожування ускладнюється. Хоча вода є основним компонентом тіста і багатьох інших харчових систем, вона не обов'язково замерзає при звичайній температурі замерзання, оскільки розчинені в ній речовини знижують точку замерзання. Крім того, в цих системах не відбувається швидкого фазового переходу води в лід, оскільки утворення льоду у водній фазі поступово створює підвищену концентрацію розчинних речовин. В результаті цього процесу концентрації точка замерзання поступово знижується. Додатковою обставиною, що утруднює розуміння процесу заморожування тіста, є полягання води в даній системі – окрім вільної води, значна частина води пов'язана з білками, вуглеводами і пентозанами [3, 4].

Типові криві заморожування, наведені на рис. 1 [6, 8], описують зміну температури в процесі заморожування тіста. По рецептурі в тісті, що досліджували, містилося 3 % цукру, 1,5 % від маси муки хлористого натрію (кухварська харчова сіль) і інші додаткові види сировини. Судячи по першому перегину кривої, заморожування починається при температурі біля -4°C . На температурних кривих видно дві евтектичні крапки – температури, при яких в системі повністю завершується утворення льоду (вони позначені стрілками), – одна біля -12°C на кривій для заморожування при -20°C , а інша біля -35°C на кривій при -40°C . Заморожування при -10°C ніколи не досягає евтектичної крапки, а при -40°C евтектична крапка ледве помітна із-за швидкого процесу заморожування. При заморожуванні при температурі -78°C евтектична крапка не фіксується.

Крива заморожування для дріжджової суспензії, наведена на рис. 2, показує, що суспензія дріжджових кліток не має виразної початкової точки замерзання, але за нахилом кривої можна припустити, що велика частина води замерзає при температурі біля -8°C . Процес заморожування не завершується, поки температура не опуститься нижче -35°C . Ці дані свідчать про відмінність характеристик заморожування бездріжджового тіста і дріжджової суспензії (крива при -78°C на рис. 2 і криві при -40 , -78°C на рис. 1).

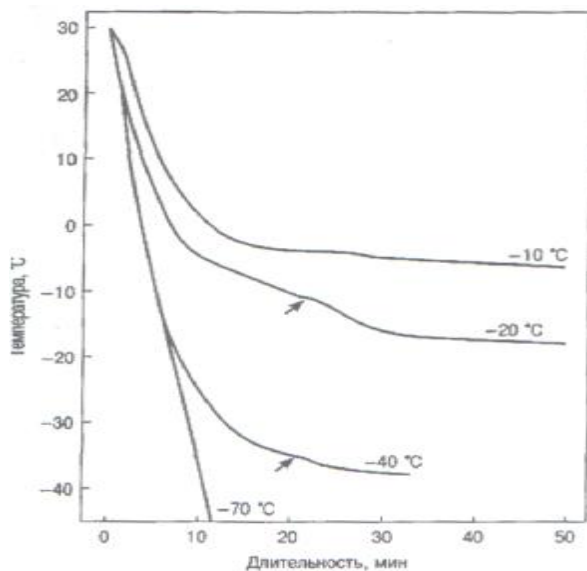


Рис. 1 – Криві заморожування тіста, зануреного у ванну з контрольованою вказаною температурою. Стрілками відмічені евтектичні крапки біля -12 і -35°C

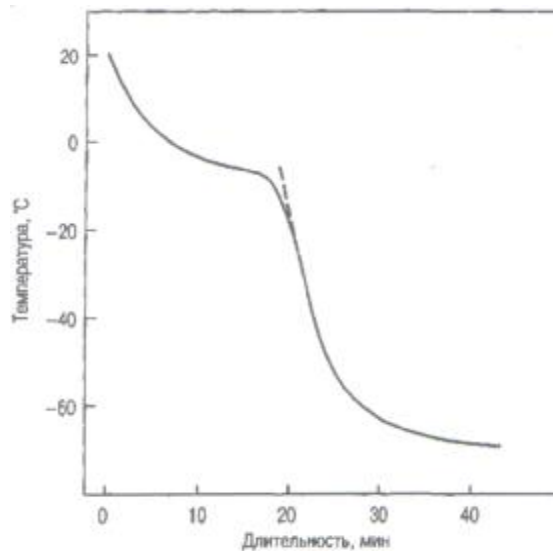


Рис. 2 – Криві заморожування дріжджової суспензії (100 г пресованих дріжджів і 27 г води, поміщені в скляну судину, занурену у ванну з контрольованою температурою -78°C)

Процес заморожування тіста проходить три фази: охолодження при температурах вище за зону заморожування продукту, охолодження в зоні заморожування і охолодження при температурах нижчі за зону заморожування. Як видно по поведінці кривих, заморожування (рис. 1), охолодження спочатку відбувається швидко, а потім воно сповільнюється впродовж інтервалу заморожування. При збільшенні кількості льоду, що утворився, швидкість охолодження зростає. Ці зміни відбуваються за умови, що продуктивність холодильної установки достатня для відведення теплоти від продукту. Швидкість охолодження (вища за точку замерзання) залежить від теплопровідності тіста. Оскільки на характеристику теплопровідності впливають склад, структура і розміри охолоджуваного матеріалу, зовнішня область продукту характеризується нижчою температурою, ніж внутрішня. Крім того, швидкість відбору теплоти залежить від різниці температур продукту і охолоджуючого середовища. В ході охолодження віддається тільки питома теплота. Важливим наслідком охолодження є підвищення в'язкості рідкої фази і супутнє зниження швидкості різних реакцій. Цей ефект сприятливий особливо при збереженні тіста за допомогою охолодження.

Коли температура продукту досягає зони замерзання, для фазового переходу необхідно (крім відбору питомої теплоти) видалити приховану теплоту. Ця зміна пред'являє підвищені вимоги до потужності холодильної установки, і зазвичай швидкість охолодження знижується, утворюючи «плато» навколо точки замерзання. Довжина цього плато скорочується, якщо різниця між температурою продукту і температурою холодильника збільшується за рахунок використання нижчої температури останнього, що веде до прискореного заморожування і, можливо, до пониження ступеня утворення льоду. Цей ефект також помітний на рис. 1.

Замерзання – це кристалізація рідкої води в тверду фазу, тобто в лід. Це фазова зміна відбувається, коли температура води стає нижчою 0°C або коли температура харчової системи опускається нижче за точку замерзання рідкої фази. У цій точці можливе переохолодження без утворення льоду. Невизначеність початку утворення льоду пов'язана з проблемою «ядроутворення» (кристалоутворення). Згідно різними дослідженнями, заморожування без кристалоутворення може тривати до температури -40°C .

При цій температурі ядра виникають спонтанно, і утворюється лід. Такий тип кристалоутворення називається гомогенетичним. У харчових системах різні частинки рідкої фази ініціюють кристалоутворення при температурі значно вищій, ніж -40°C . Такий перехід називається гетерогенетичним кристалоутворенням. З початком утворення ядер може початися зростання кристалів льоду. Оскільки для ядроутворення потрібно всього декілька градусів переохолодження, зростання кристалів льоду може відбуватися при мінімальному переохолодженні. Інтенсивність кристалоутворення залежить від швидкості відбору теплоти. Морфологія кристалів визначається як швидкістю відбору теплоти, так і напрямом потоку тепла при її видаленні.

Форма кристалів також залежить від ступеня переохолодження середовища. Утворення льоду, що є в чистій воді складним процесом, ще більш ускладнюється в присутності в рідкій фазі різних розчинених речовин. Інша група тих, що уповільнюють утворення льоду речовин, так звані антифризи, зустрічається в натуральних продуктах у вигляді протейна/глікопротейна. У багатьох випадках вони впливають на морозостійкість різного насіння, і, можливо, проявляють свою дію в деяких зернових продуктах і м'ясі.

Форма і розмір кристалів в тісті залежать від взаємодії ядроутворення і зростання кристалів. Можливо, цей взаємозв'язок є дійсною причиною впливу швидкості заморожування на характеристики льоду. Якщо продукт заморожується поволі, то ядроутворення також сповільнюється і це приводить, принаймні, на початковому етапі, до утворення великих кристалів льоду. Вірно і зворотнє твердження – швидке заморожування прискорює ядроутворення і приводить до утворення дрібних кристалів льоду.

Лід підвищує теплопровідність системи і, як наслідок, полегшує видалення теплоти із заморожуваного тіста. При температурі 15°C питома теплоємність води складає $4,19 \text{ Дж/г}\cdot\text{K}$ (1 кал/г), а льоду при температурі -10°C – $0,48 \text{ кал/г}$ ($2 \text{ Дж/г}\cdot\text{K}$). Щоб утворити лід або розтопити 1 г льоду, приховану теплоту льодоутворення, що становить приблизно 80 кал/г ($335,2 \text{ Дж/г}$), слід відвести з кожного грама води.

При швидкому заморожуванні лід утворюється усередині кліток і може ушкоджувати їх структуру. У разі заморожування тіста внутріклітинні кристали льоду можуть понизити ферментативний потенціал дріжджів і впливати на структуру оболонки кліток. Вони також можуть порушити матрицю клейковини.

Проте, просте зниження швидкості заморожування при масовому виробництві неприйнятне через економічні причини — воно збільшує тривалість процесу і знижує продуктивність. Оптимальним вважається поєднання методів швидкого і надшвидкого заморожування при строго контрольованих температурах. Цей метод застосовувався в дослідженні, в ході якого заморожування проводилося в морозильній установці при постійній температурі -35°C .

Коли внутрішня температура тіста знижувалася до -17°C , його упаковували в поліетиленові мішки і поміщали на зберігання в холодильну камеру з температурою -25°C .

В процесі замороження і зберігання тіста в замороженому виді в нім продовжуються деякі сповільнені реакції – фізичні, хімічні і ферментативні.

При утворенні льоду рідка фаза убуває, деякі з'єднання кристалізуються, зростає концентрація розчинених речовин; збільшується в'язкість рідкої фази. Всі ці зміни знижують швидкості реакцій.

На рис. 1 відмічені евтектичні точки тіста, що заморожується при різних температурах. Теоретично рідка фаза в цих точках повинна повністю затвердіти, але в багатьох харчових системах, включаючи заморожене тісто, повному твердінню перешкоджає присутність певних розчинених речовин.

Солі (наприклад, куховарська сіль) в евтектичних точках знаходяться в кристалічному стані і тому не впливають на затвердіння рідкої фази. З іншого боку, цукор чинить опір кристалізації і залишається у вигляді сиропів.

При балансі цукру і води водні розчини сахарози повинні повністю затвердіти при евтектичній температурі -13°C , а будь-які розчини сахарози, фруктози і глюкози повинні повністю затвердіти при евтектичній температурі -25°C . Проте на практиці з'ясувалося, що ці цукри можуть не утворити кристалічного цукру і, отже, не тверднуть повністю навіть тоді, коли температура знижується до -40°C . Оскільки рідка фаза заморожуваного дріжджового тіста містить глюкозу і фруктозу, цей висновок має місце і для рідкої фази систем, подібних до тістових напівфабрикатів. Отже, евтектична система в тісті – це суміш льоду, розчинених речовин, що кристалізувалися, і залишкова рідка фаза, що містить розчинені речовини, що не кристалізувалися.

Реакції не припиняються і після приміщення продукту на зберігання при низькій температурі, при якому швидкості фізичних і хімічних реакцій зазвичай нижче, ніж при звичайній температурі навколишнього середовища. Відмічено прискорення деяких реакцій при температурі, трохи нижче в точці замерзання. Це явище часто пов'язують з швидким початковим зростанням концентрації не замороженої матриці між кристалами льоду при пониженні температури. Хоча дана умова присутня в заморожуваному тісті, але до цих пір ці ефекти не вивчалися або про них не було повідомлень. Відмова від розгляду ефектів концентрації в деяких дослідженнях могла привести до недооцінки взаємодії глютаміона і метаболітів дріжджів. Знижувати значення рН може також концентрація кислот, що беруть участь в бродінні, і кристалізація солей. Ймовірно, ці зміни відбуваються в локалізованих областях структури тіста, впливаючи тим самим на його стабільність. Тверда фаза льоду також змінюється: невеликі кристали льоду ростуть, утворюючи крупні кристали.

Температурні градієнти в замороженому тісті, що створюються із-за неминучих змін температур протягом низькотемпературного зберігання, викликають міграцію води уздовж температурних градієнтів.

Ці зміни приводять до того, що компоненти рідкої фази замороженого тіста знаходяться в метастабільній рівновазі, яка в ході зберігання може мінятися разом з точним складом цієї фази. Зміни в переміщенні води можуть приводити до втрати вологи в деяких компонентах тіста. Наприклад, якщо мембрани кліток не пошкоджені або перешкоджають проході льоду, осмотичний тиск створює силу, сприяючи дегідратації кліток.

Залежно від швидкості охолодження і проникності клітинної мембрани по відношенню до води, вміст клітки може переохолоджуватися. При недостатньо швидкому охолодженні клітки усередині можуть замерзнути. При повільному охолодженні утворюється тільки позаклітинний лід, і клітка зневоднюється. Якщо осідає сіль, відбувається ряд змін рН. Руйнування певних зв'язків в результаті дегідратації може впливати на функціональність тіста, але, судячи по практичній ефективності замороженого тіста, більшість цих змін є оборотними.

Заморожене тісто перед проведенням вистоювання необхідно розморозити. Цей процес може проходити в різних температурно-тимчасових умовах.

У дослідженні щодо визначення оптимальних умов розморожування [7] порівнювалися чотири режими: 16 год при 5°C , 24 год при 5°C , 1 год при 22°C і вистоювання при 32°C відразу після холодильника. Очікувалося, що чим вища температура, тим коротше повинна бути тривалість вистоювання до досягнення заданої висоти тіста. У цих експериментах після 16 год зберігання тістових заготовок при температурі -23°C і подальшого розморожування при вказаних чотирьох режимах тривалість їх вистоювання складала 101, 61, 147, 182 хвилини відповідно. Ці дані свідчать, що для підвищення ефективності процесу приготування замороженого тіста, розморожування необхідне і що цю операцію треба проводити поволі за оптимальних тимчасових і температурних умов. Функціональна дія розморожування виявляється в регідратації системи – в основному каркаса клейковини і дріжджових кліток. Щоб мінімізувати різні хімічні, ферментативні і фізичні реакції, воно повинне проводитися при рефрижераторній температурі (температурі зберігання охолодженого тіста). Виходячи з виробничої доцільності і ґрунтуючись на загальній оцінці якості хліба, рекомендується розморожування заморожених тістових заготовок при температурі 5°C протягом 16 год.

Важливий чинник розморожування – підвищена теплопровідність заморожених продуктів. З термодинамічної точки зору розморожування не є просто зворотним процесом по відношенню до заморожування. При розморожуванні температура продукту, що знаходиться в теплому середовищі, швидко підвищується, а внутрішні температурні градієнти значно менші, ніж при заморожуванні. Ізолюючий рідкий шар, який утворюється на поверхні, уповільнює розморожування і сприяє деградації продукту. Отже, коливання температури вище за зону заморожування продукту знижують його стабільність і якість, і при транспортуванні, обробці і зберіганні замороженого тіста цієї ситуації слід уникати.

Тривалість вистоювання заморожених тістових заготовок після розморожування істотно більша, ніж у традиційного тіста, що пов'язане з двома чинниками: нижчою температурою розморожених заготовок, що поміщаються в вистойні шафу, і певним зниженням газоутримуючої здатності тіста і активності дріжджів під впливом процесу заморожування. Щоб компенсувати їх вплив, вистоювання проводиться при підвищеній температурі – 32 °C для хліба і до 42 °C – для невеликих виробів (наприклад, данської здобы при відносній вологості 75 %). Причиною нерівномірного бродіння і внаслідок цього – перевистоявших зовнішніх шарів тіста і недовистоявших центральної частини, може бути великий температурний градієнт в тісті для хлібобулочних виробів. Застосування вищої відносної вологості 85...90 % в порівнянні з традиційною 75 % може приводити до появи на кірці випечених виробів міхурів і світлих плям.

Література

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
2. Военная А.И. Качество хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов / А.И. Военная, И.В. Матвеева // Хлебопродукты, 1996. – №6.
3. Военная А.И. Зависимость качества замороженных тестовых заготовок от их рецептуры и срока хранения / А.И. Военная, И.В. Матвеева // Хлебопродукты, 1997. – №8.
4. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов: пер с венгерского / Э. Алмаши, Л. Эрдем, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 408 с.
5. Пучкова Л.И. Технология хлеба. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
6. Чубик И.А. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов / И.А. Чубик, А.М. Маслов. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 184 с.
7. Карел Кулыг. Основы замораживания теста. – Манхейм, 2005 – 280 с.
8. Холодильна технологія, методичні вказівки до вивчення дисципліни / за ред В.П Оровецької. – К.: РВЦ НУХТ, 2006 – 30с.

УДК 664.65.086.4

ВПЛИВ ВИХРОВОГО ШАРУ ФЕРОМАГНІТНИХ ЧАСТОК НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЖИРОВОЇ СКЛАДОВОЇ ЕМУЛЬСІЇ ДЛЯ ПІСОЧНОГО ТІСТА

Гордієнко Л.В., канд. техн. наук, доц., Жидецька І.В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто питання використання кукурудзяної рафінованої дезодорованої олії в технології пісочних виробів та впливу фізичних факторів на властивості емульсійної системи. Встановлено ступінь зміни якісних показників жирів під впливом обробки в електромагнітному полі та можливість використання даного виду обробки для емульсії пісочного тіста.

We considered the question about adding of the purified corn oil of refined dezodorovanoy is considered in technologies of sandy wares and influence of physical factors on property of the emulsive system. We determined the degree of change of high-quality indices of fats under electro-magnetic processing influence and possibility of the use given is set youdu treatments are for emulsion of sandy dough.

Ключові слова: жировий компонент, емульсія, пісочне печиво, окислення, кукурудзяна олія, трансізомери, електромагнітна обробка.

Зміни, що відбуваються в продукті, який містить простий або складний жировий комплекс, в першу чергу обумовлюється процесами, що відбуваються в жирах під впливом тих чи інших факторів. Жировий компонент в складі будь-якої системи спроможний істотно впливати на її властивості та поведінку в

процесі створення чи обробки, що вимагає проведення ґрунтовних досліджень. Глибина цих перетворень визначається вмістом, хімічним складом жиру, тому жировий компонент можна розглядати як міру чутливості продукту до різноманітного впливу.

Емульсія для пісочного тіста – це складна система, що містить велику кількість жиру. Враховуючи те, що новий вид обробки – вихровий шар феромагнітних частинок (ВШФЧ) – раніше не використовувався для отримання емульсій пісочного тіста, існувала необхідність дослідження впливу ВШФЧ на властивості жирів, що містяться в складі емульсії для тіста згідно розроблених технологій. Це дало підставу для встановлення можливості використання даного виду обробки для емульсійних систем з великим вмістом жиру. Особливо це стосується систем, жирова складова в яких займає значну частку загального вмісту компонентів та характеризується складністю з точки зору наявності декількох видів жирів з різними фізичними властивостями. До таких систем відноситься пісочне тісто за розробленою технологією, де значна частка вершкового масла замінена олією кукурудзяною рафінованою дезодорованою.

Виходячи з цього, метою роботи є дослідження стану жирових компонентів емульсії – масла вершкового та кукурудзяної рафінованої дезодорованої олії – під впливом обробки у вихровому шарі феромагнітних часток електромагнітного поля апарату ВА-100.

Вченими раніше доведено [1], що жирова композиція для пісочного тіста повинна бути спеціалізованою та забезпечувати максимальну пластичність в широкому інтервалі температур. З огляду на це, частину вершкового масла (60%), що використовується згідно традиційної рецептури, замінювали олією кукурудзяною рафінованою дезодорованою. Компоненти емульсії обробляли в вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля вихрового апарату ВА-100. Такий вид обробки забезпечує отримання тонкодисперсної, стійкої емульсії в короткий проміжок часу, так як відомо [2], що основною проблемою застосування рідких рослинних олій в технології борошняних кондитерських виробів, і зокрема, пісочних, є явище випресовування жиру з системи тіста та поверхні готових виробів. Вирішення цієї проблеми полягає в використанні спеціального обладнання, що дозволяє отримати емульсію з високими технологічними властивостями.

Таким чином, новизна розробленої технології виробництва пісочних виробів полягає у застосуванні в процесі їх створення декількох новітніх підходів, що полягають в електрофізичному обробленні компонентів емульсії, а саме, використанні вихрового шару феромагнітних часток (ВШФЧ) та застосуванні в рецептурі емульсії для тіста олії кукурудзяної рафінованої дезодорованої, а також речовини рослинного походження – порошку коріння алтею в якості її стабілізатора.

Функціональні властивості емульсії відіграють важливу роль в становленні споживчих характеристик готового продукту, тому обґрунтування їх змін проводили, приймаючи до уваги всі аспекти створення емульсії.

Відомо [3], що фізичні чинники впливають на хімічні процеси, що обумовлює зміни властивостей жирів, і тому існувала необхідність визначення взаємозв'язку між хімічними властивостями та фізичними чинниками. Враховуючи той факт, що вихровий шар феромагнітних частинок містить цілий ряд факторів, що впливають на систему впродовж обробки, постала необхідність вивчення наслідків такої дії на фізико-хімічні властивості жирів. Виявлення можливих змін необхідне для обґрунтування безпечності використання даного виду обробки для систем, які відрізняються високим вмістом жиру, а також встановлення інтервалу їх обробки. Критеріями оцінки якості жирів слугували показники щільності, в'язкості, температури, а також зміни жирнокислотного складу.

Відомо [4], що щільність жирних кислот пов'язана з їх молекулярною масою: по мірі збільшення молекулярної маси щільність насичених жирних кислот зменшується.

Відомо також [5], що щільність ненасичених жирних кислот зростає при збільшенні числа подвійних зв'язків при умові однакового числа атомів вуглецю в молекулах жирних кислот.

Визначення щільності проводили для олії кукурудзяної та масла вершкового (табл. 1), що складають жирову основу емульсії для пісочного тіста. Важливим параметром використання даного виду обробки є її тривалість. Попередні дослідження при обробці борошна пшеничного дозволили встановити, що обробка сипучих систем у ВШФЧ протягом 60с призводить до значної активації середовища, що супроводжується різким підвищенням температури, тому гранична межа тривалості обробки становила 50с.

Аналіз даних таблиці свідчить, що зміна щільності жирів має різну тенденцію. Щільність кукурудзяної олії зростає впродовж 30с обробки. Зростання щільності впродовж (10...30) с відбувається в 1,002 та 1,004 рази відповідно. Застосовані режими обробки вершкового масла, навпаки, сприяли зниженню щільності впродовж (10...30) с у 1,002 та 1,005 рази відповідно. Характерною ознакою отриманих даних є те, що в інтервалі обробки (30...50) с зміни щільності не спостерігались. Такі відмінності властивостей жирів обумовлені хімічним складом та характерними для них перетвореннями.

Таблиця 1 – Зміна щільності жирів в залежності від тривалості обробки

Найменування жирів	Щільність, кг/м ³ , t = 20 °C			
	Контрольний зразок	Тривалість обробки, с		
		10	30	50
Олія кукурудзяна рафінована дезодорована	922±0,2	924±0,2	926±0,2	926±0,2
Масло вершкове	930±0,3	928±0,3	925±0,3	925±0,3

Відомо, що підвищення щільності олій може провокувати декілька факторів: при перетворенні дисциклот у транскислоти; в процесі окислення за рахунок приєднання кисню до жирних кислот; при утворенні глицеринового альдегіду та видаленні летких речовин; в результаті кон'югування подвійних зв'язків в процесі окислення [6,7], тобто зміни щільності жирів обумовлюються складом та властивостями їх жирних кислот, а також процесами, що викликає обробка у ВШФЧ.

Реологічні властивості емульсії для пісочного тіста в основному обумовлені реологічними властивостями жирів, на основі яких вона виготовлена. Тому існувала необхідність досліджень зміни показника в'язкості в процесі обробки у ВШФЧ+ЕМП.

Існує декілька факторів, спроможних змінювати в'язкість [4,5]: в'язкість жирних кислот зростає з підвищенням молекулярної маси; в'язкість трансізомерів вища в'язкості відповідних їм цисізомерів; в'язкість глицеридів, що містять ПНЖК з ізольованими подвійними зв'язками зменшується по мірі збільшення подвійних зв'язків в молекулах кислот з однаковим числом атомів вуглецю.

Враховуючи те, що в'язкість глицеридів в великій мірі залежить від температури, досліджували також можливість її збільшення (табл. 2).

Таблиця 2 – Зміна температури та в'язкості олій в залежності від тривалості обробки

Найменування жирів	Температура, °C				В'язкість, сП			
	Контрольний зразок	Тривалість обробки, с			Контрольний зразок	Тривалість обробки, с		
		10	30	50		10	30	50
Олія кукурудзяна рафінована дезодорована	21±1,1	26±0,3	27±0,4	29±0,5	65,1±1,2	44,2±0,7	31,5±0,5	23,2±0,3

Отримані дані вказують на зростання температури (на 5-8 °C) в процесі обробки та зниження в'язкості олій. Враховуючи те, що вплив факторів, що спричиняють зміни, встановлюється тільки при однаковій температурі проведення дослідів, можливо, що зростання температури є головним чинником зниження в'язкості, але не виключена можливість того, що в процесі обробки у ВШФЧ+ЕМП відбувається збільшення подвійних зв'язків і має місце накладання обох чинників.

Склад, структура та конфігурація жирних кислот спроможна змінюватись під впливом фізичних чинників, тому визначали зміни жирнокислотного складу олій кукурудзяної та масла вершкового впродовж обробки у ВШФЧ.

Отримані дані свідчать, що основна частка загальної суми жирних кислот олій кукурудзяної належить ненасиченим кислотам, серед яких переважними є олеїнова та лінолева. Встановлено, що обробка у ВШФЧ призводить до зменшення ступеню ненасиченості (на 1,26 % та 1,76 % при обробці 10 і 50 с відповідно) за рахунок підвищення вмісту насичених кислот.

В ході проведення аналізу жирнокислотного складу вершкового масла ідентифіковано 37 жирних кислот, 11 з яких мають вміст менше 1 %.

Обробка вершкового масла у ВШФЧ протягом 10 і 50 с спричинила збільшення частки насичених кислот у 3,1 та 0,9 %. Особливістю змін жирнокислотного складу вершкового масла в процесі обробки є те, що ступінь насиченості змінюється нерівномірно – від збільшення до зменшення.

Перерозподіл ненасичених кислот у бік насичених спричиняє процес окислення жирних кислот, але дані таблиці вказують на невисоку інтенсивність цього процесу, що зумовлює можливість використання даного виду обробки для систем з високим вмістом жиру.

Таким чином встановлено, що обробка системи впродовж 50с сприяє зміні властивостей жирів та спричиняє процес окислення, але він відбувається не надто інтенсивно та дозволяє використання даного виду обробки для емульсійних систем з високим вмістом жиру.

Література

1. Корячкина С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С.Я. Корячкина. – Орел: Изд-во «Труд», 2006. – 480с.
2. Долгополова С.В. Совершенствование технологии централизованного производства песочного теста. – Дис...канд. техн. наук. – Л.: 1987, –150с.
3. Лисицын А.Н. Развитие теоретических основ процесса окисления растительных масел и разработка рекомендаций по повышению их стабильности к окислению [Электронный ресурс]: дис....д-ра техн.наук: 05.18.06 – Краснодар: РГБ, 2007. – 306.
4. Тютюнников Б.Н. Химия жиров / Москва, Пищевая промышленность, 1974, 447с.
5. Беззубов Л.П. Химия жиров / Москва, Пищевая промышленность, 1975, 279с.
6. Gouveia de Souza A., Olivera Santos J.C., Conceição M.M., Dantas Silvs M.C., Pasad S. A thermoanalytic and kinetic study of sunflower oil // Braz. J. Chem. End. – 2004. – Vol. 21, № 2 – P. 265–273.
7. Нестерова И.Н., Поваляева О.С., Барышев А.Г. Аналог или заменитель // Масложировая промышленность. – 2002. – №3. – С.2 – 4 .

УДК 664.681-027.38

ВЛИЯНИЕ МУЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент,
Котузаки Е.Н., ассистент, Кожокар Н.Н., магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В данной работе представлены результаты исследований по изучению влияния составляющих мучных композитных смесей на структурно-реологические свойства, показатели качества бисквитных полуфабрикатов и показана целесообразность их использования при производстве данных видов изделий.

This research represents the findings of investigation of studying the influence of flour composite blends components on quality factors, structural and rheological properties of biscuit half-finished products. It also shows practicability of their use in the production of these types of products.

Ключевые слова: мучные композитные смеси, бисквитные полуфабрикаты, структурно-реологические свойства, показатели качества.

Увеличение объема производства и потребления бисквитных изделий в последние годы свидетельствует о том, что эта группа изделий приобретает все большую популярность и занимает важное место в структуре питания населения Украины. Такая тенденция дает возможность рассматривать их как перспективный носитель для обогащения рациона питания человека дефицитными пищевыми веществами, создавать на их основе изделия с традиционными потребительскими характеристиками и отвечающие современным положениям науки о здоровом питании. Повышение заинтересованности населения продуктами здорового питания показывает необходимость и актуальность расширения ассортимента этого сегмента рынка, разработки оригинальных рецептур и прогрессивных технологий бисквитных полуфабрикатов.

Использование при производстве бисквитных полуфабрикатов композитных смесей из нетрадиционных видов муки и продуктов переработки крупяных и зерновых производств позволяет придать функциональную направленность и повысить их пищевую ценность, эффективнее использовать зерновые ресурсы и снизить себестоимость продукции [1-6]. Особенности химического состава – аминокислотный и фракционный состав белков, строение и температура клейстеризации крахмальных зерен, содержание других полисахаридов, витаминов и минеральных веществ, различная предварительная обработка (термическая, влаготермическая, плющение, экструзия) обуславливают специфичные вкусовые, функциональные и технологические свойства муки из злаковых, бобовых и масличных культур [1, 7, 8].

Известно, что нетрадиционные виды муки обладают уникальными диетическими свойствами. В рацион современного человека входит не более 14-15 г клетчатки в день, несмотря на то, что суточная

норма составляет 35 г. Для сравнения: наши предки потребляли от 35 до 60 г клетчатки ежедневно. Так, овсяная мука богата комплексными углеводами, диетическим волокном, β -глюканами, стимулирующими двигательную функцию кишечника, желчеотделением, нормализующими деятельность полезной кишечной микрофлоры, а также способствующими выведению из организма холестерина. Также овес является источником фолиевой кислоты, большого количества микроэлементов. Аминокислотный состав белка наиболее близок составу мышечного белка. Продукты из ячменя по многим своим полезным свойствам просто уникальны. Ячменная мука является природным витаминно-минеральным комплексом, так как содержит необходимые для нормальной жизнедеятельности человеческого организма питательные и биологически активные вещества, микроэлементы – пищевые волокна (клетчатку и β -глюканы), витамины В₁, В₂, РР, токоферолы, фосфор, кальций, калий, железо и др. Потребление продуктов из ячменя помогает избавиться от аллергии и нарушения обмена веществ. Клетчатка нормализует пищеварение и выводит из организма вредные продукты распада. β -глюканы, которые составляют значительную долю пищевых волокон ячменя, проявляют гипохолестеринемический эффект, помогают контролировать содержание сахара в крови для больных диабетом и являются естественным антиоксидантом. Высокое содержание в жирах ячменя токоферолов, имеющих высокую антиоксидантную активность за счет блокировки перекисных реакций липидов клеточных мембран, позволяет рекомендовать продукты из него людям с заболеваниями печени, кожи и т.д. Просяная мука обладает высокой питательной ценностью, богата витаминами группы В, РР, Е, обладает хорошей усвояемостью. Биологической особенностью зерна проса является наличие в нем милицина – активного соединения группы липидов, обладающего способностью стимулировать рост организмов. Рисовая мука полезна для питания людей всех возрастных категорий, так как является источником растительного белка, близкого по аминокислотному составу к материнскому молоку, широкого спектра микроэлементов, витаминов. Кукурузная мука содержит глутаминовую кислоту, играющую важную роль в обмене веществ головного мозга и сердца. Глутаминовая кислота является также составной частью фолиевой кислоты – одного из компонентов, поддерживающих нормальную кроветворную функцию. Кукурузу используют при лечении заболеваний центральной нервной системы [7-12]. Поэтому включение в состав композитных смесей муки из данных видов зерновых и крупяных культур позволит придать функциональную направленность бисквитным изделиям, приготовленных на их основе.

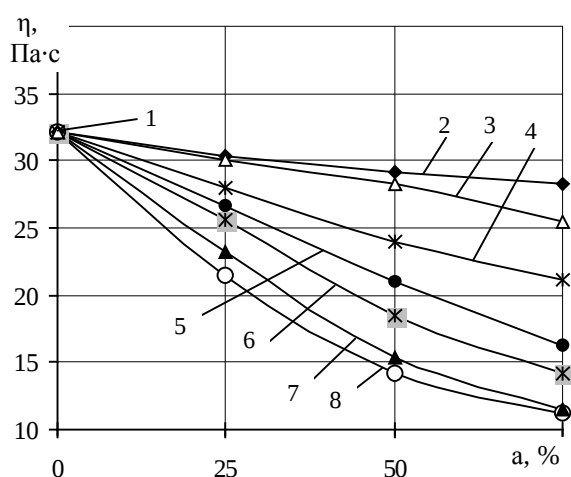
Целью представленной работы является изучение возможности использования мучных композитных смесей для разработки новых видов бисквитных полуфабрикатов функционального назначения на их основе. Для достижения данной цели был проведен анализ химического состава нетрадиционных видов муки и комплекс исследований по изучению технологических свойств компонентов смеси, их влияния на структурно-механические свойства бисквитного теста и выпеченных полуфабрикатов, органолептические показатели бисквитов. В качестве компонентов смеси использовали пшеничную (ПМ), овсяную (ОМ), рисовую (РМ), кукурузную (КМ) и просяную (ПрМ), а также муку, полученную из крошки ячменных (ЯХМ), овсяных (ОХМ) и просяных хлопьев (ПрХМ), которые относятся к побочным продуктам переработки крупяных и зерновых производств.

Тесто для бисквитов готовилось в 2 фазы холодным способом. В качестве контрольного образца был выбран бисквит «Основной». Процесс приготовления бисквитного теста заключается в насыщении массы из сахара, яйцепродуктов воздухом в диспергированном виде – при этом достигается увеличение объема, сопровождаемое развитием внутренней поверхности системы. Сбитую смесь аккуратно и кратко-временно (15 с) перемешивают с остальными рецептурными компонентами, не допуская при этом разрушения пенной структуры и чрезмерного набухания клейковины. То есть по своей структуре бисквитное тесто, показателем качества которого является его пышность и равномерность насыщения воздухом, – аэрированная сложная многокомпонентная система. 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 нетрадиционных видов муки клейковину не образуют.

Важным технологическим свойством для бисквитного теста как пены является вязкость, поскольку она выполняет роль структурно-механического барьера при образовании и разрушении пенообразной структуры, обуславливает ее прочность и продолжительность существования, т.е. стабильность. При недостаточно высокой вязкости образование пузырьков воздуха в объеме теста при его взбивании происходит быстро и при малых затратах энергии, однако при этом пленки дисперсионной среды легко разрушаются избыточным давлением воздуха. Избыточная же вязкость затрудняет транспортировку и препятствует развитию внутренней поверхности системы в бисквитном тесте и его подъему при выпечке.

Полученные во время исследований результаты влияния изучаемых компонентов смесей на реологические свойства бисквитного теста показали, что увеличение массовой доли альтернативных видов муки в составе смесей приводит к снижению вязкости бисквитного теста (рис.1). Такая закономерность, очевидно, связана с уменьшением доли клейковинных белков в композитной смеси, особенностями фракционного состава белков, размеров, строения и соотношения составляющих крахмальных зерен нехлебопекарных видов муки. Наименьшее снижение вязкости по сравнению с контрольным образцом наблюдается у образцов теста на основе смесей с мукой из крошки ячменных хлопьев, наибольшее при использовании в составе смесей безглютеновых видов муки – рисовой, кукурузной, просяной. При этом вязкость теста из муки, полученной из хлопьев, была выше по сравнению с мукой из одноименных культур, что, возможно, обусловлено повреждением крахмальных зерен во время гидротермической обработки и их клейстеризацией.

Изменение эффективной вязкости теста в зависимости от скорости сдвига (рис. 2) свидетельствует, что наиболее интенсивное ее снижение наблюдается для теста на основе смесей с безглютеновыми видами муки при скорости сдвига до $1,0 \text{ с}^{-1}$, для всех остальных образцов – до $1,8 \text{ с}^{-1}$. Дальнейшее снижение вязкости при увеличении скорости сдвига происходит менее интенсивно и у всех образцов появляется тенденция приближения к постоянной вязкости при $\gamma 5,4 \text{ с}^{-1}$ для теста с безглютеновыми видами муки и 9 с^{-1} для остальных образцов. Такое изменение вязкости при увеличении скорости сдвига, вероятно, обусловлено уменьшением взаимодействия между частицами вследствие их ориентирования по направлению потока, снижения сил трения и разрушения пенообразной слабоструктурированной системы бисквитного теста.



1 – контрольный образец; бисквитное тесто на основе смеси с : 2 – ЯХМ; 3 – ОХМ; 4 – ОМ; 5 – РМ; 6 – КМ; 7 – ПрХМ; 8 – ПрМ.

Рис. 1 – Эффективная вязкость бисквитного теста на основе композитных смесей при $\gamma=3,0 \text{ с}^{-1}$, $t=20^\circ\text{C}$

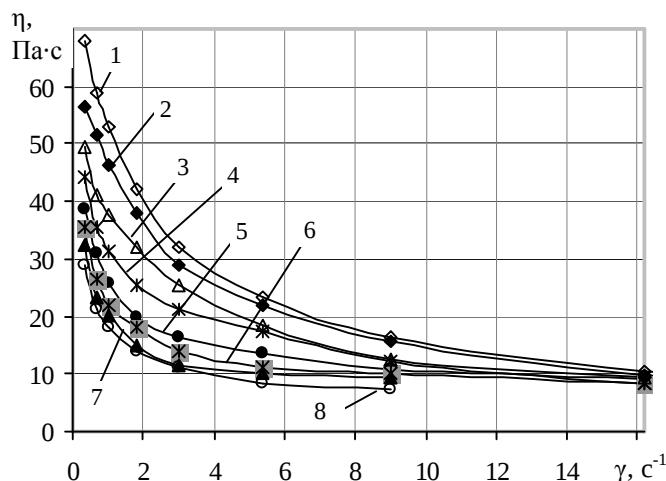


Рис. 2 – Кривые течения бисквитного теста при массовой доле нетрадиционных видов муки в смеси 75 %

Плотность и влажность теста практически не изменялись и находились в рекомендуемых технологией пределах ($\rho = 450 \dots 550 \text{ кг/м}^3$; $W = 36 \dots 38 \%$). Незначительные изменения влажности в исследуемых образцах теста, очевидно, обусловлены колебаниями влажности компонентов мучных смесей (13,4...14,2 %).

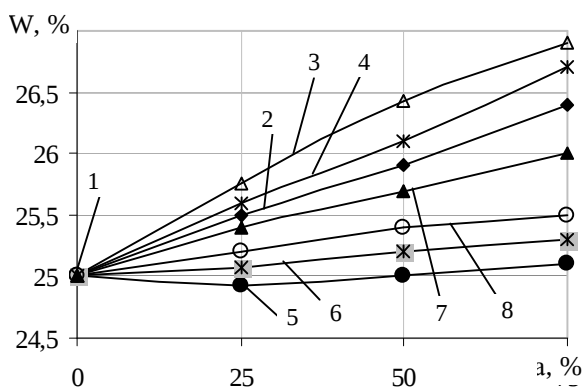
Фиксация пенообразной структуры бисквитного теста происходит на стадии его выпечки. При выпечке разлитой в формы тестовой массы наблюдается развитие пористой структуры и снижение плотности изделия, снижение влажности изделия и изменение окрашивания поверхности. Во время выпечки происходит денатурация белков, нагрев и клейстеризация крахмала; расширение пузырьков воздушной фазы, разрыв и слияние части этих пузырьков; потеря влаги с поверхности изделия за счет испарения с последующей миграцией влаги к поверхности и продолжающимся выходом в атмосферу печи и др.

Влажность выпеченных полуфабрикатов на основе смесей увеличивалась по сравнению с контрольным образцом (рис.3), но варьировала в предусмотренном стандартами диапазоне – $25 \pm 3 \%$. Это говорит

о возможности повышения выхода бисквитов при использовании для их производства мучных композитных смесей в результате снижения упека. Более значительное повышение влажности наблюдалось у бисквитов на основе смесей с овсяными видами муки и мукой из крошки ячменных хлопьев, что вероятно, связано с более высоким содержанием в данных видах муки клетчатки, как растворимой, так и нерастворимой, способствующей удержанию влаги [7, 8, 10]. Образцы, содержащие муку, полученную из крошки хлопьев, имели больший показатель влажности по сравнению с мукой из той же культуры. Такая зависимость, вероятно, связана с большей водопоглощительной и влагоудерживающей способностью поврежденных во время гидротермической обработки и плющения крахмальных гранул зерновых и крупяных культур.

Развитие пористой структуры бисквита происходит в основном в первой четверти или трети периода выпечки, закрепление и фиксация ее происходит на последней стадии выпечки и во время охлаждения и выстаивания. Для получения однородной структуры с округлыми ячейками необходимо обеспечивать такие параметры выпечки, чтобы достичь большой степени расширения до значительной фиксации структуры, закрепление которой происходит при сочетании клейстеризации крахмальной матрицы, денатурации белка и затвердевания из-за потери влаги, что будет препятствовать дальнейшему расширению дисперсной воздушной фазы.

Пористость бисквитного полуфабриката при наличии в смеси кукурузной и просяной муки увеличивалась (рис. 4), муки из ячменных хлопьев – оставалась на уровне значения для контрольного образца. Наибольшим показателем пористости отличались образцы, содержащие в смеси муку из просяных хлопьев. У образцов, содержащих овсяную и рисовую муку, наблюдалось снижение пористости. Ухудшение пористости при внесении в состав композитных смесей овсяной муки, вероятно, связано с повышением содержания в данном бисквите липидов, которые, обволакивая гидрополимеры муки, препятствуют их набуханию и образованию необходимой по прочности и эластичности матрицы, состоящей из комплекса крахмал-белок-вода-сахар. Данный комплекс должен быть достаточно эластичным и прочным, чтобы обволакивающие газовую фазу тестовые пленки растягивались при расширении пузырьков воздуха в результате повышения температуры и увеличения в них давления водяного пара в начальный период выпечки, не разрывались и препятствовали слинию (коалесценции) некоторых из этих пузырьков. Внесение в смесь муки из крошки овсяных хлопьев сопровождалось меньшим снижением пористости по сравнению с мукой овсяной, что, вероятно, обусловлено предварительной гидротермической обработкой хлопьев, приводящей к трансформации в них крахмала и проявлению его структурообразующих свойств – загущающих и гелеобразующих. Это, в свою очередь, благоприятствует повышению вязкости теста (см. рис. 1), образованию более стабильной пенообразной его структуры и как следствие улучшению пористости мякиша выпеченных бисквитов.



1 – контрольный образец; бисквит на основе смеси с: 2 – ЯХМ; 3 – ОХМ; 4 – ОМ; 5 – РМ; 6 – КМ; 7 – ПрХМ; 8 – ПрМ.

Рис. 3 – Влияние компонентов смеси на влажность бисквитного полуфабриката

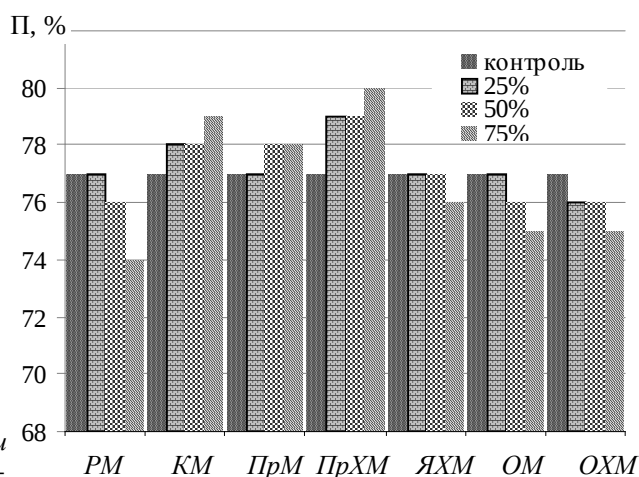


Рис. 4 – Пористость бисквитных полуфабрикатов на основе мучных смесей

Удельный объем выпеченных бисквитов при использовании нетрадиционных видов муки в составе смесей практически оставался на уровне контрольного образца (рис. 5). Наибольший показатель удельного объема, как и пористости, имели образцы, содержащие кукурузную и просяную виды муки. Наименьший – овсяную и рисовую. Снижение удельного объема и пористости у бисквитов, содержащих ов-

сяную муку, очевидно, связано с высоким содержанием в ней жиров (почти в 5...6 раз больше, чем у пшеничной), что приводит к уменьшению доли воздушной фазы в пенообразной структуре бисквитной массы, рецептурный состав которой не предусматривает внесение жиросодержащих ингредиентов. При увеличении массовой доли липидов яичные белки не могут поддерживать стабильность пены при выпечке и выпеченный полуфабрикат оседает.

При введении в состав композитных смесей нетрадиционных видов муки упругие свойства бисквитного полуфабриката снижались, а пластические увеличивались (рис. 6). Очевидно, это связано со снижением массовой доли упруго-эластичных клейковинных белков. Поэтому внесение их в рецептуру бисквитных рулетов, где эластичность полуфабриката является необходимым условием для получения высококачественной продукции, не рекомендовано. Но при производстве бисквитных полуфабрикатов для тортов и пирожных, где больше внимания уделяется высоте и пышности выпеченных бисквитных полуфабрикатов, а не его упругим свойствам, использование композитных смесей является перспективным.

Органолептические показатели и текстура – одни из важнейших свойств пищевого продукта, которыми пользуются потребители при выборе и оценке его качества. Текстура пищевого продукта влияет на «ощущение во рту», т.е. сенсорное впечатление, которое возникает в полости рта и на языке при употреблении продукта, и оказывает большое влияние на восприятие его качества. Оно связано с плотностью, пористостью, вязкостью и другими физическими характеристиками продукта [13]. Органолептическая оценка исследуемых образцов показала, что внесение в рецептуру бисквитного полуфабриката кукурузной, просяной, рисовой муки улучшает органолептические показатели и текстуру бисквитного полуфабриката. Просяная и кукурузная виды муки придают бисквитному мякишу красивый золотисто-желтый оттенок, рисовая мука – мягкую консистенцию и нежный вкус. Ячменная мука немного затемняет мякиш. Пористость у всех образцов равномерная, тонкостенная, с хорошо развитой структурой мякиша. По вкусовым качествам наиболее отличились образцы, содержащие рисовую, овсяную, просяную виды муки.

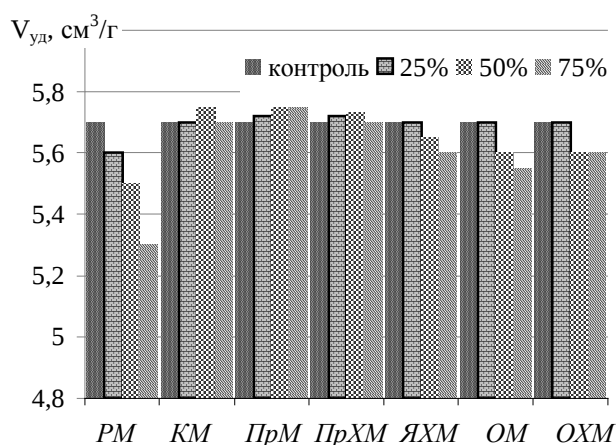


Рис. 5 – Удельный объем бисквитов на основе мучных смесей

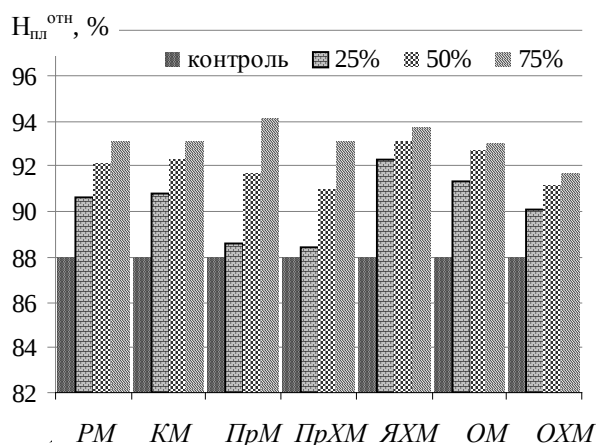


Рис. 6 – Влияние компонентов смеси на относительную пластичность бисквитов

Выводы

1. На основе представленных исследований показана возможность и перспективность использования нетрадиционных видов муки при составлении композитных смесей для производства бисквитных полуфабрикатов.

2. Наилучшие органолептические и физико-химические показатели качества имели бисквиты на основе мучных смесей содержащих 25% рисовой муки; 50% – овсяной, ячменной; 75% – кукурузной и просяной муки.

3. Смесей, содержащие темноокрашенные виды муки (ячменная) и муку с высоким содержанием жира (овсяная) рекомендовано использовать в технологии жиросодержащих бисквитных полуфабрикатов либо в смесях с какао-порошком.

4. При производстве бисквитных полуфабрикатов для рулетов на основе композитных смесей необходимо предусмотреть введение дополнительных рецептурных компонентов, повышающих его эластичность.

5. Использование мучных композитных смесей в производстве бисквитов позволяет регулировать химический состав бисквитных изделий, повысить их пищевую ценность, расширить ассортимент новых видов изделий функционального назначения.

Література

1. Иоргачева Е.Г. Композиции из основного и нетрадиционного мучного сырья для оптимизации потребительских свойств кондитерских изделий/ Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова// Зб. наук.пр. ОНАХТ. – Вип. 34. – Т.1. – О. – 2008. – С. 230-235.
2. Иоргачева Е., Використання амарантового борошна в технології виготовлення бісквітних напівфабрикатів/ Е. Иоргачева, О. Макарова, С. Капетула //Хлібопекарська і кондитерська промисловість України – 2008. – №12. – С.20-23.
3. Бисквит повышенной пищевой ценности/ Т.Н. Тертычная //Изн. вузов. Пищ. технол. – 2006. – №5, С. 24-27.
4. Галицкая Е.Л. Формирование потребительских свойств и исследование качества бисквитных изделий длительного срока хранения: Автореф. дис...канд. техн. наук./СПб, 2003. – 16 с.
5. Пат. 42270. Украина, МПК⁷ А 21 D 13/08. Спосіб одержання масляного бісквітного напівфабрикату /Ю.В. Чудік, О.М. Сафонова, В.О. Захаренко, Ф.В. Перцевий, Р.Н. Савранська, Л.О. Чуйко. – №2000127260; заявл. 18.12.2000; опубл. 15.10.2001.
6. Пат. 2256329. Россия, МПК⁷ А 21 D 13/08. Способ производства бисквитного полуфабриката / Е.Н. Артемова, Е.А. Новицкая. – № 2004103239/13; заявл. 04.02.2004; опубл. 20.07.2005.
7. Мельников Е.М. Технология крупяного производства. – М.: Агропромиздат, 1991.– 206 с., ил.
8. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки.-М.:ВО «Агропромиздат», 1989. – 367 с.
9. Титова М. Овес – источник клетчатки// Кондитерское и хлебопекарное производство. –2007. – №2. – С. 16.
10. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.:Гиорд, 2005. – 557 с.
11. Матеріали сайту www.oatswsthllove.com
12. Моргун В.А. Ячмень – ценный компонент мучных смесей./ В.А. Моргун, О.С. Волошенко // Зб. наук.пр. ОНАХТ. – Вип. 34. – Т.1. – О. – 2008. – С.
13. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы/ Б.М. МакКенна (ред.); пер. с англ. под науч. ред. канд. техн. наук, доц. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2008. – 480 с., табл., ил.

УДК 664.641.12: 532.135

НОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОПОГЛИНАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО БОРОШНА

Пшенишнюк Г.Ф., канд. техн. наук, доцент, Павловський С.М., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розроблено спосіб вимірювання водопоглинальної здатності пшеничного борошна на автоматизованому пенетрометрі AP-4/1, сутність якого полягає у визначенні глибини penetracії індентора конічної форми в масу тіста різної вологості. Оптимальну величину водопоглинальної здатності визначали за величиною penetracії, рівній 100 ум. од приладу. Для дослідів використовували зразки борошна перспективних сортів пшениці і житньо-пшеничного гібрида тритікале. Отримані результати порівнювали з даними фарінографа Брабендера.

The method of determination of water absorption ability of wheat flour is developed on computer-aided penetrometer of AR-4/1, essence of which consists in the depth-finding of penetracii of indicator of conic form in mass of test of different humidity. The optimum size of water absorption ability was determined on the size of penetracii, equal 100 usl. ed device. For experiments used the standards of flour of perspective sorts of wheat and rye-wheat hybrid of tritikale. The got results were compared to information of farinometer Brabendera.

Ключові слова: пенетрометр, фарінограф, пшениця, борошно, тісто

У лабораторіях хлібозаводів усе більш широке застосування одержують автоматизовані пенетрометри. Пенетромтр – один з небагатьох приладів, що відповідає сучасним вимогам методів технохімічного контролю. Він порівняно простий за конструкцією, зручний у використанні і має досить широкий діапазон застосування. Так, у хлібопекарській промисловості пенетромтр дозволяє визначати пружні властивості сирової клейковини, консистенцію тіста і фізико-механічні властивості м'якушки хліба [1]. Крім того, для даного приладу розроблена методика визначення граничної напруги зсуву хлібопекарського тіста [2], що є найважливішою реологічною характеристикою вискодисперсних структурованих харчових матеріалів.

Принцип вимірювання, закладений у пенетромтрі, аналогічний конічному пластометру академіка К.П. Ребіндера [3]. Тіло занурення відомої маси і форми за строго визначений проміжок часу впроваджується (пенетрує) у матеріал. Мірою консистенції є глибина занурення індентора. Універсальність даного приладу визначається можливістю застосування тіла занурення різної форми і маси, а також варіюванням часу пенетрації.

У роботі була досліджена можливість використання автоматизованого пенетромтра АР-4/1 для визначення водопоглинальної здатності (ВПЗ) борошна, що є одним з основних показників його хлібопекарської якості. Від величини ВПЗ також залежить вихід тіста, а отже і нормативний вихід хлібобулочних виробів високої якості.

Для визначення ВПЗ борошна в даний час широко застосовується фаринограф Брабендера і валориграф угорської фірми «Labor». Зазначені прилади відрізняються складністю в експлуатації і є дорогими. Тому використання для визначення зазначеного показника порівняно простих і доступних методів є досить актуальним.

Відомо, що консистенція тіста, яка визначається на динамічних місильних приладах, знаходиться в лінійній залежності від кількості води, що додається до борошна при замісі [4]. Якщо це так, то, визначивши глибину пенетрації тіста консистенцією 500 ум. од. приладу (наприклад, на фаринографі), можна визначити величину впровадження індентора в таке тісто. Попередніми дослідженнями було встановлено, що тісто, замішене до консистенції 500 ум. од., фаринографа, відповідає 100 ум. од. пенетромтра. При цьому кількість води, яка задана при замісі тіста, визначає водопоглинаючу здатність борошна у відсотках до маси борошна вологістю 14,5%.

Визначивши пенетрацію тіста з однієї проби борошна з різною вологістю (2-3 зразка), можна побудувати графік залежності глибини занурення індентора від кількості води, що додається. Потім, знаючи що оптимальна консистенція тіста відповідає 500 ум. од. фаринографа і 100 ум. од. пенетромтра, графічно можна визначити кількість води, яку необхідно додати для одержання його оптимальної консистенції.

Існуюча методика роботи на приладі АР-4/1 містить ряд можливих помилок, а саме: неточність установки індентора стосовно досліджуваного матеріалу, недостатній час вимірювання параметрів тіста (всього 5 с). Тому було вирішено визначати глибину пенетрації індентора протягом 60 с, реєструючи через кожні 10 с показання приладу.

Методика проведення дослідів полягала в наступному. З одного і того ж зразка борошна замішували тісто вологістю (40, 42 і 44) %. Для одержання однорідної і стабільної маси, тісто після замісу в спеціальних склянках поміщали в термостат при температурі 30 °С на 15 хв. Потім визначали глибину пенетрації індентора через кожні 10 с протягом 120 с занурення. Ці дані використовували для побудови графіка залежності глибини пенетрації індентора від часу досліду.

З графіка (рис. 1 а), побудованого для тіста з борошна пшениці Безоста 1 вологістю 40 %, можна побачити, що ділянка пенетрації між початком досліду і 10 с є важко обумовлена, і найменша помилка в часі приводить до істотної похибки при визначенні глибини занурення. Форма кривої (рис. 1 б) відповідає експонентної залежності, що напівлогарифмічним транспонуванням можна перетворити у лінійну функцію, що математично описується рівнянням виду:

$$P = P_0 + \kappa \ell g t \quad (1)$$

де P – глибина пенетрації, ум. од.;

κ – постійна для даного зразка борошна, що не залежить від вологості тесту, с⁻¹;

P_0 – постійна для даної вологості тесту, рівна 100 ум. од. пенетрації і 500 ум. од. консистенції по фаринографу.

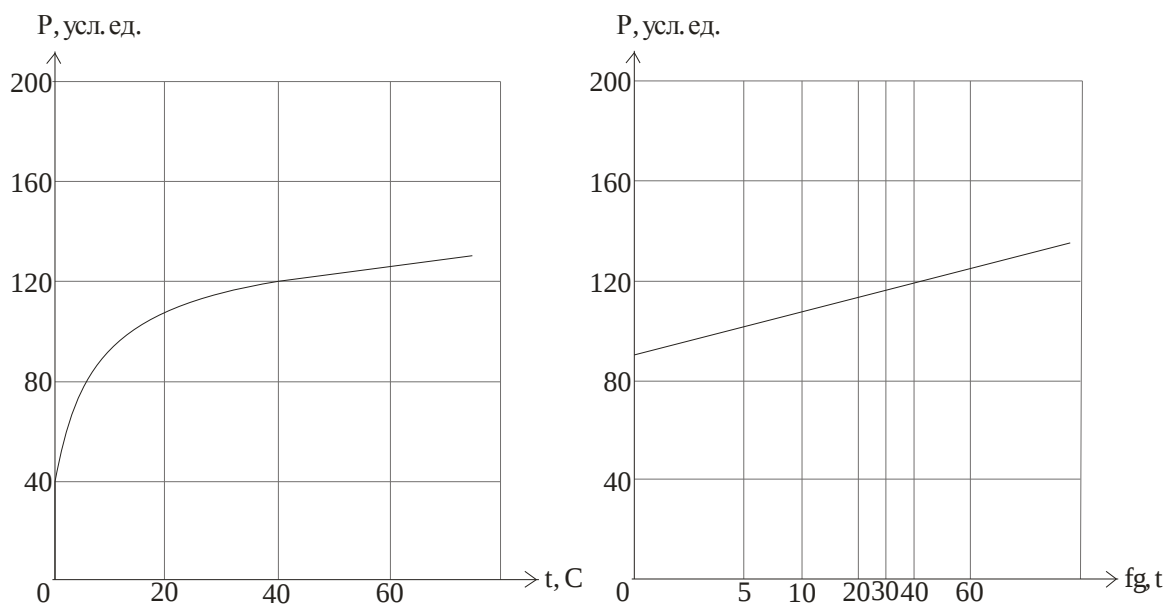


Рис. 1 – Крива penetрації індентора в тісто (а) і її лінійне перетворення в напівлогарифмічних координатах

В якості тіла занурення був використаний конус з кутом при вершині 60° і масою 10 г. Тісто необхідної вологості замішували в місилці фарінографа при 30°C протягом 6 хв. Динаміку занурення конуса визначали за вищевикладеною методикою.

Для дослідів використали проби борошна 70 % виходу із сортів пшениці Безоста 1, Одеська: 51, "Прибой", а також житньо-пшеничного гібрида – тритікале.

За експериментальними даними будували графіки залежності величини penetрації від часу занурення індентора і вологості тіста для борошна з різних зразків пшениці (рис. 2, 3, 4)

Потім визначали вологість тіста, що відповідає 100 ум. од. пенетрометра. Для розрахунку величини водопоглинальної здатності борошна була отримана залежність наступного виду:

$$ВПЗ = (85,5 \cdot W_m) / (100 - W_m) \quad (2)$$

де 85,5 – вміст сухих речовин у борошні з базисною вологістю, %;

W_m – вологість тіста з глибиною penetрації індентора рівною 100 ум. од. пенетрометра, %.

P , усл. ед.

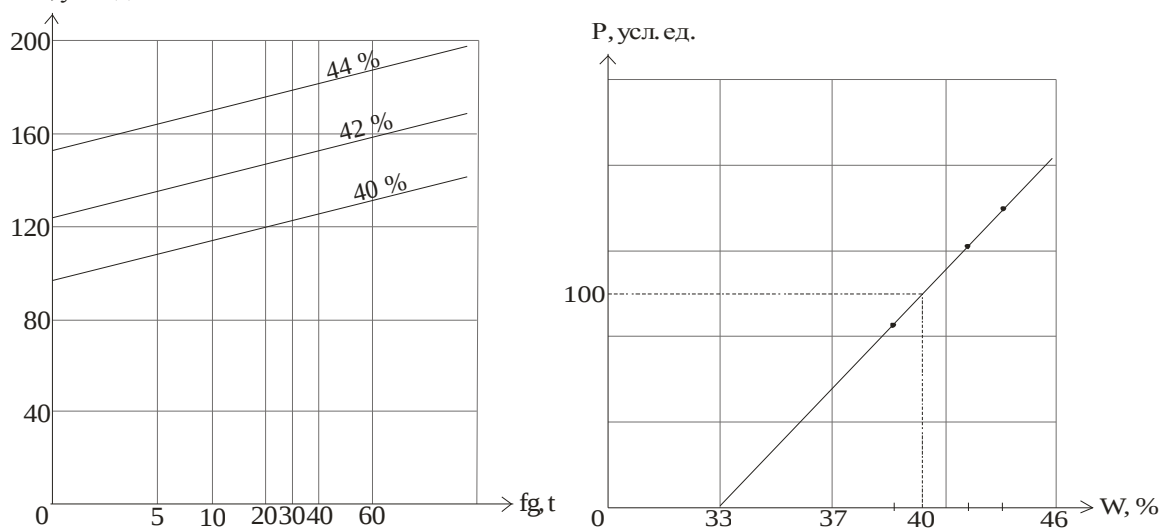


Рис. 2 – Залежність глибини penetрації від логарифма часу(а) і вологості тіста (б) з пшеничного борошна «Прибой»

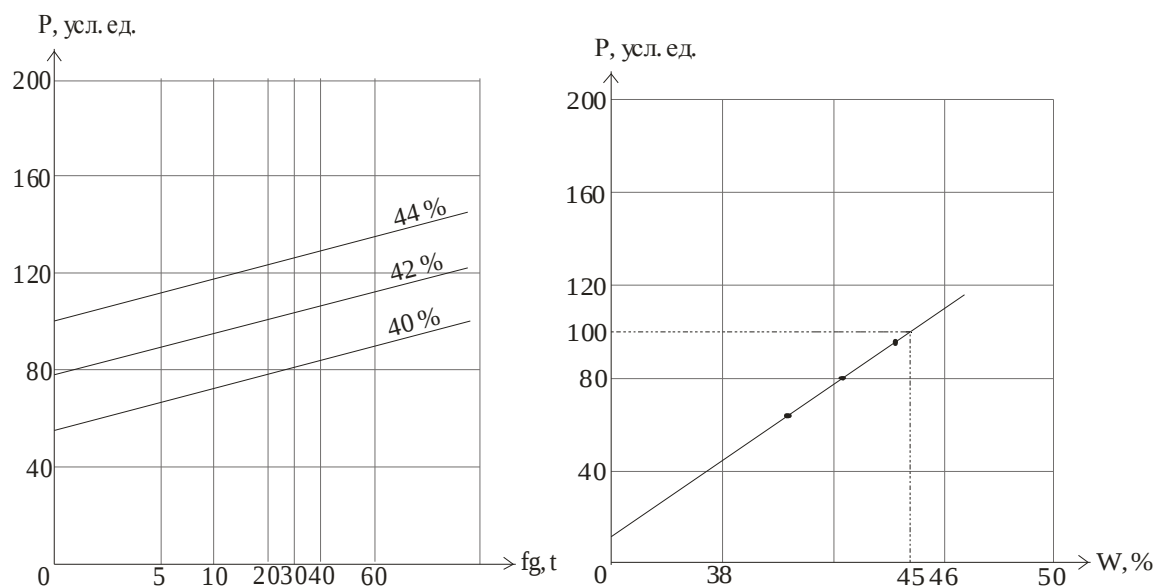


Рис. 3 – Залежність глибини penetрації від логарифма часу(а) і вологості тіста (б) з пшеничного борошна Одеська 51

У наступній серії дослідів визначали величину ВПЗ зазначених проб борошна на фаринографі Брабендера. Результати експериментів, проведених на різних зразках борошна з використанням пенетрометра АР-4/1 і фаринографа Брабендера, подані в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльне дослідження ВПЗ борошна на пенетрометрі і фаринографі Брабендера

Зразки борошна	Водопоглинальна здатність борошна, %		
	пенетрометр	фаринограф	відносна помилка дослідів, %
Безоста 1	64,5	63,8	+ 1,10
Одеська 51	61,5	62,1	- 0,97
«Прибой»	57,5	57,3	+ 0,35
Тритікале	57,0	58,0	- 1,72

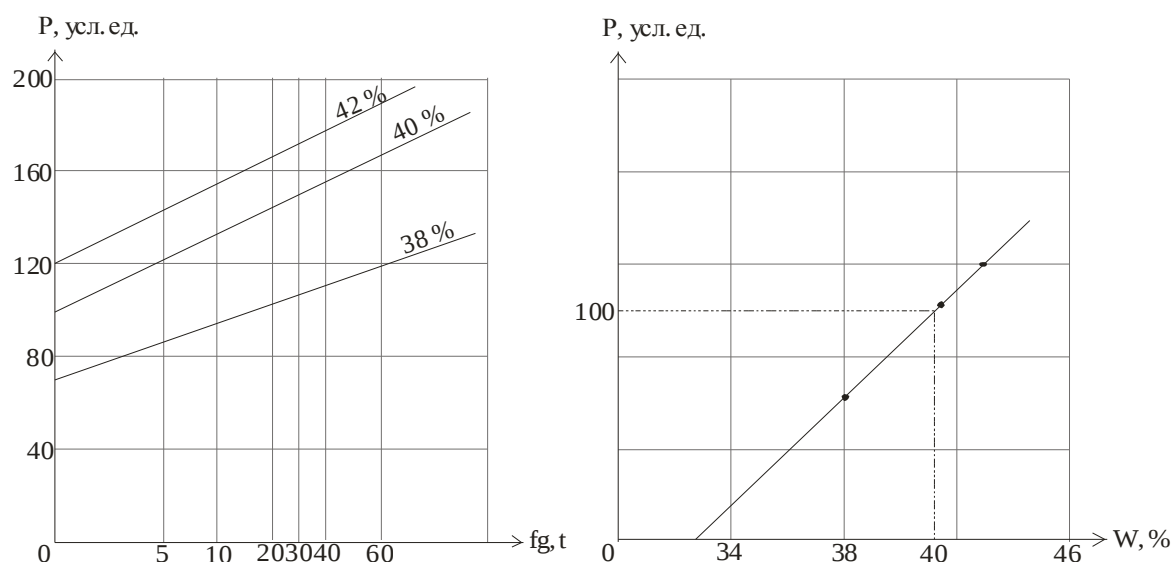


Рис. 4 – Залежність величини penetрації від логарифма часу (а) і вологості тіста (б) з борошна житньо-пшеничного гібрида Тритікале

Згідно з експериментальними даними, за всіма зразками борошна, відхилення значень ВПЗ борошна (за розробленим і загальноновизнаним на фаринографі Брабендера методом) незначне. Максимальне відхи-

лення досліджених даних не перевищує 1 %, що підтверджує можливість використання для визначення водопоглинальної здатності борошна автоматизованого пенетрометра АР-4/1.

Висновки

Розроблено метод визначення водопоглинальної здатності борошна на автоматизованому пенетрометрі АР-4/1.

За експериментальними даними отримана математична залежність для розрахунку водопоглинальної здатності борошна.

Література

1. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 232 с.
2. Гришин А.С., Цирульников В.Д., Энкина Л.С. Исследование реологических свойств теста. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1971. – 36 с.
3. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
4. Hlinka I. Dound Mobility and absorption. – Chereal chemestri, 1953, 36, 4, p. 378-385.

УДК 664.661[664.662:633.791]

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХЛІБА

Лебеденко Т.Є., канд. техн. наук, доцент, Кананихіна О.М., канд. техн. наук, доцент.,
Соколова Н.Ю., аспірант, Юрескул О. І., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Ремесло виробництва хліба походить з віків. Єгиптяни мали близько 50 видів коржів, прісних хлібів, хлібів заквашених опарою на пивній піні. Традиційно хліб на опарі вироблявся з тіста, замішаного на коричневому чи непросіяному борошні, через недостатний розвиток технологій помолу для виробництва пшеничного борошна з ендосперму. Промислове виробництво пшеничного хліба почалося на початку минулого століття, після того як хлібопекарські дріжджі були визнані найкращим розпушувачем для виробів з опар чи пивних дріжджів. Протягом десятиліт, багато різноманітних процесів хлібопечення удосконалювалось, проте була лише одна ціль — перетворення пшеничного борошна, виготовленого з ендосперма зернівки та інших складових на світлий, пористий та смачний продукт.

The art of bread-making is ancient; Egyptians had over 50 different types of cakes, unleavened breads, and bread leavened with beer foam or sourdoughs. Traditionally, sourdough breads were made from brown or wholemeal flours due to a lack of advanced milling technologies for the production of endosperm wheat flour. Industrial wheat bread production started at the beginning of last century, after the introduction of baker's yeast as a superior leavening agent for bread production instead of using sourdough or brewing yeast for leavening. Over decades, many different bread-making processes have been developed, which have the common aim of converting wheat flour, made from the endosperm part of kernel, and other ingredients into a light aerated and palatable food.

Ключові слова: хліб, закваски, дріжджі, поживне середовище

Людина вирощує зернові культури для харчування вже приблизно 10 000 років. Раніше зерно мололи, змішували з водою і їли як кашу. Пізніше з каші на гарячих каменях або в попелі пекли хлібні коржики із зерна дуже грубого помолу та води. Подібний хліб і зараз готують в різних частинах світу, наприклад мексиканську тортілью, індійський чапаті, шотландські вів'яні та північноамериканські коржики.

15 тисяч років тому людина вперше стала використовувати в їжу зерна диких злаків. Значний стрибок у використанні зерна відбувся, коли людина оволоділа вогнем і наші пращурі стали присмажувати зерна перед тим, як змішувати їх з водою. Наступним етапом у розвитку хлібопечення стало випікання густої зернової каші на гарячих каменях.

Єгиптяни вже 5 тисяч років тому вміли виготовляти не менше 50 видів хліба, коржів, пряників. Приблизно в середині другого тисячоліття давні єгиптяни зробили епохальне відкриття — розпушення тіста за рахунок бактерій з повітря та піни з вина.



Рис. 1 – Єгипетська табличка: процес випікання хліба

В Греції перші пекарні з'явилися у багатьох містах в V столітті до нашої ери. Для закваски використовували суху суміш борошна з забродженим виноградним соком. Пізніше греки стали замішувати тісто за технологією римлян з борошна й води. Вважається, що саме з Давньої Греції прийшло до нас і саме слово „хліб”. Знання про випічку хліба з її Римської Імперії потрапили в Європу.

Навіть в період античності була велика різноманітність сортів хліба. В своєму творі грецький автор Автенеус описує різні види хліба, пирогів, печива та інших кондитерських виробів, які були доступні в Класичний період. Серед хлібних виробів він згадує корж, який пекли на сковорідці, медовий хліб, «грибний» хліб та військовий хліб, який пекли на рожні. Тип і якість борошна, яке використовувалося для приготування хліба, також були дуже різноманітні. В той час римлянин Дифілус відзначав «хліб, виготовлений із пшениці, в порівнянні з ячмінним хлібом, поживніший, легше засвоюється і, в усякому разі, кращий».

Під час Середньовіччя хліб був не тільки основним продуктом харчування, а й частиною сервірування столу.

Отто Фредеріка Рогведдера вважають батьком нарізаного хліба. В 1912 р. Рогведдер почав роботу над машиною, що нарізує хліб, але пекарні неохоче її використовували, бо боялися, що хліб скоріше черствітиме. Це продовжувалося до 1928 р., коли Рогведдер створив машину, яка і нарізає, і упаковує хліб. Це значно збільшило популярність нарізаного хліба. Пекарня в Чіллікоте, Міссурі була першою пекарнею, що виготовляла нарізаний хліб.

З тих пір спосіб приготування хліба мало чим змінився, вдосконалилася лише техніка хлібопекарної справи.

Найголовніша відмінність в приготуванні сучасного хліба від того, що випікали наші пращури — це цілеспрямоване використання дріжджів та молочнокислої закваски, які зараз є продуктом сучасної мікробіологічної промисловості з чітко означеними властивостями.

Вивчення специфічності хлібопекарних видів сахароміцетів дріжджів та молочнокислих бактерій, дослідження їх симбіозу дозволило науково обґрунтовано підбирати і використовувати різні технологічні схеми для приготування хліба. Розглянемо основні сучасні способи приготування тіста із пшеничного, житнього та житньо-пшеничного борошна.

Для розпушення пшеничного тіста використовують хлібопекарські дріжджі, рідкі дріжджі, а також дріжджові закваски.

Використання рідких дріжджів забезпечує високі органолептичні і структурно-механічні показники якості готових виробів, які здатні довго зберігати споживчі якості. При цьому покращується якість хліба з борошна що має підвищену автолітичну активність, знижену газо- та формоутримуючу здатність.

Характерною особливістю рідких дріжджів є наявність усіх бродильних ферментів в активному стані. Проте, не зважаючи на всі переваги рідких дріжджів, є один суттєвий недолік — це час приготування, а також складність дотримання всіх температурних оптимумів, що призводить до значних витрат енергії, а, значить, безпосередньо впливає на ціну готових виробів. В умовах жорсткої конкуренції підприємства відмовляються від цієї схеми й використовують безопарний прискорений спосіб приготування тіста з використанням КМКЗ (концентрована молочнокисла закваска), що суттєво скорочує тривалість технологічного процесу, зменшує собівартість готових виробів, впливає на якість хлібобулочних виробів.

Традиційними в практиці хлібопечення вважають дріжджові закваски, виготовлені за джамбульською схемою, схемою колишнього ВНІДХПа, а також так звані закваски направленої дії. Це бездріжджові мезофільна і концентрована молочнокислі закваски, пропіоновокіслова, ацидофільна та деякі інші [1].

За останній час тенденція збільшення поставок на ринок борошна з низькими хлібопекарними властивостями суттєво зросла. Це світова тенденція, яка спричинена зміною клімату та хімічного складу ґрунтів, а разом з цим і зерна. Тому перед технологами постає нова задача – як з борошна з заниженими хлібопекарними властивостями отримати продукт потрібної якості.

Один з таких прийомів — це використання поліпшувачів (комплексних чи направленої дії), проте знову ж таки це позначиться на ціні виробів. Останнім часом спостерігається тенденція застосування біотехнологічних засобів покращення якості борошна, використання технологічних прийомів та натуральних компонентів. Це селекція нових штамів термофільних молочнокислих бактерій та дріжджів, фізико-хімічні способи покращення якості рідких дріжджів, розробка покращеної схеми приготування рідких дріжджів, оптимізація складу поживних середовищ [2]. Детальніше зупинимось на останніх двох.

Забезпеченість молочнокислих бактерій і дріжджів поживними речовинами визначається хімічним складом борошняної заварки, що залежить від виду використаної сировини, внесення добавок і ступеня біохімічних перетворень їх компонентів. Ще Островський показав, що борошняна заварка є досить повноцінним живильним середовищем для молочнокислих бактерій і дріжджів. Вміст поживних речовин у борошняній заварці залежить від наступних факторів: сорту борошна, співвідношення борошна й води, тривалості заквашування, кількості накопиченої кислоти. Доцільно використовувати борошно житнє обдирне, пшеничне другого сорту, багате на вітаміни, мінеральні речовини й гідролітичні ферменти.

В промисловості для збагачення заварок цукрами й азотистими речовинами широко використовується солод житній неферментований або ячмінний пивоварний, який містить активні ферменти — амілази, протеїнази, пептидази й ін.

Розмаїтість способів поліпшення складу поживних середовищ для розмноження мікрофлори рідких дріжджів узагальнено за напрямками і представлено на рис. 2.

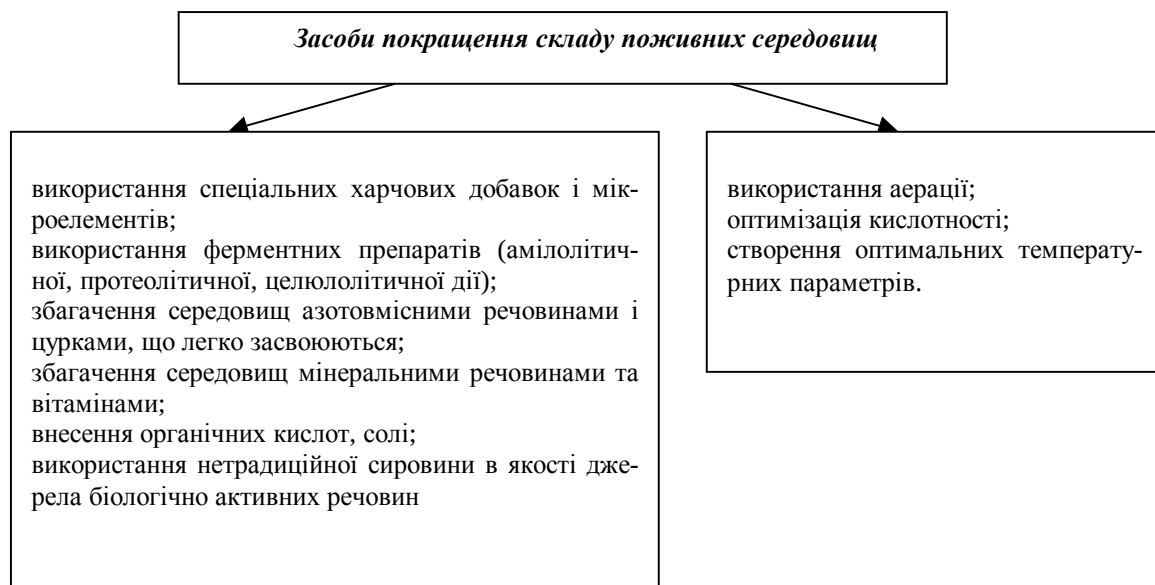


Рис. 2 – Систематизація напрямків покращення якості поживних середовищ

Склад поживних середовищ для приготування рідких дріжджів може бути оптимізований по складу внесених різноманітних компонентів. Назвемо відомі на даний момент компоненти:

ферментативно-активні (солод житній неферментований, солод ячмінний, ферментні препарати);
мінеральні компоненти (сульфат амонія, хлорид натрію);
різноманітні види борошна (кукурудзяне, горохове, ячмінне, соєве, рисова мучка);
сировина, що містить цукор (концентрат квасного сусла, осолоджені ферментативними напівфабрикатами);

фруктові і овочеві добавки (яблуневий порошок, абрикосовий та виноградний шрот, картопляне борошно, екстракт зеленого чаю);

спеціально підготовлені мікроорганізми і продукти мікробного походження (автолізат хлібопекарних дріжджів, комплексний дріжджовий ферментний препарат, спиртові дріжджі)

харчові кислоти (молочна сироватка, яблунева кислота, лимонна кислота).

Останнім часом широко обговорюється тема використання хмелю для приготування хлібобулочних виробів. Для того, щоб хміль зайняв відповідне місце в якості нової нетрадиційної сировини для хлібопекарної промисловості, необхідні сучасні мікробіологічні та технологічні дослідження [3].

Висновки

Людина вирощує зернові культури для харчування вже приблизно 10 000 років. Протягом століть процеси хлібопечення удосконалювались, проте завжди людина переслідувала лише одну ціль — перетворити такі прості складові як борошно, дріжджі, вода та сіль на світлий, пористий, смачний та корисний продукт.

Література

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. — К.: Логос, 2002. — С. 365.
2. А.П. Косован / Современная наука о хлебе — производству // Хлебопечение России. — 2005. — №6. — С. 2-3.
3. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. — С.-Пб. фил Гос. НИИ хлебопекарной промышленности. — СПб.: Береста. — 2003. — С. 220.

УДК 664.642

ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБА АЛЬБУМІНОМ

Доценко В.Ф., д-р. техн. наук, професор, Іщенко Т.І., канд. техн. наук, доцент,
Шидловська О.Б., канд. техн. наук, доцент Ткачук Ю.М., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

У статті приведені результати дослідження по розробці технології використання альбуміну в хлібопеченні. Були вивчені закономірності змін якісних характеристик напівфабрикатів та готової продукції в залежності від дозування альбуміну, підготовки його до виробництва, способу приготування тіста.

In the article results on working out of technology using albumen in beaking branch are resulted. Laws of qualitative changes of characteristics of half-finished products and finished articles depending on dosage albumen, its preparation for manufacture and a way of preparation of the dough have been studied.

Ключові слова: хліб, білок молока, альбумін

Проблема підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів є актуальною і вирішується, в основному, за рахунок використання високобілкової сировини. З цією метою широко застосовують молочні продукти: сухе знежирене молоко, молочна сироватка, сухий молочний білок, тощо. У якості білка тваринного походження, що може суттєво підвищувати вміст незамінних амінокислот хліба було розглянуто білок молока — альбумін.

Під час нагрівання молока більше 70 °С альбумін випадає в осад. Ізоелектрична точка його знаходиться в межах рН 4,55-4,6. Властивість альбуміну коагулювати під час нагрівання використовується при його виробництві та виробництві продуктів, що містять альбумін.

Альбумін — біла сироподібна маса з притаманним для сиру запахом і смаком, розчинний у воді. У дослідженнях було використано альбумін, отриманий за ТУ 15.5-00448077-077:2008 на ЗАТ «Новгород-Сіверський сирзавод». Кислотність альбуміну, що використовується складає 65° Т, вологість — 49 %. Дослідження мінерального складу альбуміну дало змогу встановити вміст деяких елементів: K^+ — 58 мг/кг, Fe (заг) — 1,1 мг/кг, P — 47,1 мг/кг, Mg^{2+} — 55,9 мг/кг, Ca^{2+} — 29,1 мг/кг.

Розробка технології використання альбуміну в хлібопеченні ґрунтувалася на вивченні закономірностей змін якісних характеристик напівфабрикатів та готової продукції в залежності від дозування альбуміну, підготовки його до виробництва, способу приготування тіста.

Огляд науково-технічної літератури та аналіз основних тенденцій створення хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності дозволили вибрати максимально можливе дозування продукту.

Пробні випікання дали змогу визначити вплив харчового альбуміну на технологічний процес виробництва хліба та його якість. Тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом. Враховуючи вологість альбуміну, дозування білка складало 8, 10 та 12 % до маси борошна в тісті. Контрольними зразками були тісто і хліб без альбуміну.

Результати, представлені в табл.1, свідчать про те, що внесення в тісто альбуміну більше 8 % до маси борошна не сприяє інтенсифікації газоутворення в тісті та зростанню питомого об'єму, пористості хліба. Зниження виділення діоксиду вуглецю по відношенню до контролю складає 8,4-13,6 %, а питомого об'єму та пористості хліба відповідно — 1,7-5,8 % і 1,4-2,8 %.

Таблиця 1 – Вплив дозування альбуміну на технологічні показники процесу і якість хліба

Показники	Контроль (без добавок)	При додаванні альбуміну, % до маси борошна в тісті		
		8	10	12
Тісто				
Титрована кислотність, град.				
початковий	1,9	2,8	2,9	3,1
кінцевий	2,8	3,8	3,8	4,0
рН				
початковий	5,52	5,35	5,23	5,08
кінцевий	5,36	5,26	5,05	4,94
Розпльовуємість, %	196	190	192	194
Тривалість вистоювання, хв.	60	53	56	58
Газоутворення, см ³ /100г				
тіста	368	387	337	318
при вистоюванні	152	173	144	133
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100г	293	316	288	276
Кислотність, град.	2,2	3,2	3,4	3,6
Пористість, %	72	77	71	70
Формостійкість, Н/Д	0,40	0,42	0,41	0,40
Загальна деформація м'якушки, од. пенетро-метра				
через 1 добу	106	106	98	94
через 2 доби	89	93	82	80
Крихкуватість, %				
через 1 добу	1,1	1,2	1,1	1,2
через 2 доби	3,9	4,0	3,9	3,8

Виходячи з результатів проведених досліджень, можна стверджувати, що внесення 8 % альбуміну призводить до незначного покращення показників якості готових виробів, а збільшення дозування до 10 та 12 % знижують питомий об'єм хліба, пористість і формостійкість.

Також визначені оптимальні дозування молочного білку розрахунковим шляхом за допомогою проектувальної програми "ОРТІМА". Теоретичні розрахунки показали, що найбільш ефективні дозування молочного білку альбуміну до маси борошна за індексом якості білків та ліпідів хліба коливаються в межах 10-12 %.

Для визначення впливу дозування альбуміну на реологічні властивості тіста було проведено ряд досліджень на фаринографі (табл. 2).

Таблиця 2 — Показники фаринограм тіста

Назва	ВПЗ, %	Час утворення (стійкість) тіста, хв	Пружність тіста од.фар.	Розрідження тіста од.фар.
Контроль № 1	54,6	1,5	50	60
Контроль № 2 (5 % СЗМ)	52,4	2,0	45	60
Альбумін 8 %	54,4	1,5	60	55
Альбумін 10 %	54,0	2,0	70	50
Альбумін 12 %	53,8	2,5	80	50

У досліджах використовували пшеничне борошно першого сорту, сухе знежирене молоко, яке може бути внесено при приготуванні тіста в максимальній кількості (5 % до маси борошна) без поліпшувачів (СЗМ), молочний білок — альбумін (8, 10, 12 % до маси борошна). Контролем слугувало тісто без добавок та тісто з додаванням 5% СЗМ. Проведені на фаринографі дослідження дали змогу встановити, що альбумін впливає на реологічні властивості тіста — водопоглинаюча здатність його дещо зменшується,

пружність тіста підвищується при одночасному зменшенні його розрідження. Сухе знежирене молоко зменшує водопоглинаючу здатність тіста за рахунок дегідратуючої дії молочного цукру — лактози.

З метою встановлення зміни амінокислотного складу білка хліба з додаванням альбуміну (12 % до маси борошна) нами порівняно амінокислотний склад білка хліба без добавок та хліба виготовленого з додаванням молочного білка. Дослідження показали, що вміст амінокислот у зразках з альбуміном значно перевищує контроль. Так, наприклад, скор незамінних амінокислот зріс: по лізину у 2,01 рази, метіоніну — 2,13 раз, триптофану — 1,10 рази, тобто амінокислот, що є лімітуючими у білках зернових; також за вмістом треоніну у 1,22 рази, валіну — 1,28 рази, ізолейцину — 1,29 рази, лейцину — 1,16 рази та тирозину — 1,17 рази (рис.1). Це пояснюється кращим амінокислотним складом самого досліджуемого продукту (табл.3).

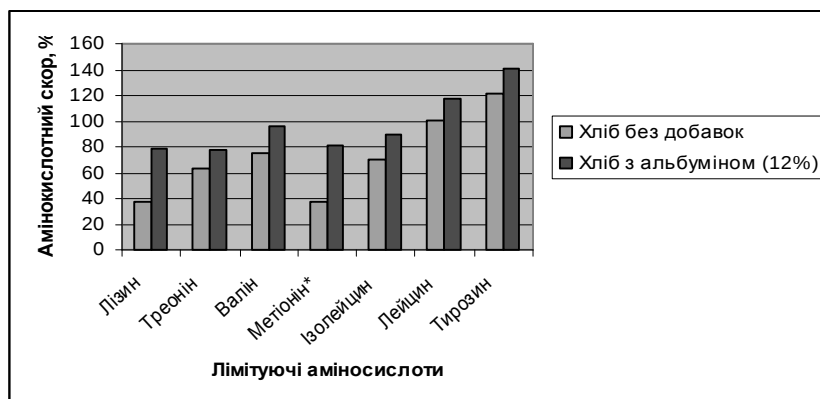


Рис. 1 — Порівняльна оцінка амінокислотних скорів білків хліба без добавок та з альбуміном

Таблиця 3 — Порівняльна характеристика скорів білків борошна та альбуміну

Амінокислоти	Пшеничне борошно		Харчовий альбумін	
	Вміст, %	Амінокислотний скор, %	Вміст, %	Амінокислотний скор, %
Лізін	1,84	34,00	6,75	124,00
Гістидин	0,90		2,19	
Аргінін	1,50		1,81	
Аспаргілова кислота	4,70		6,34	
Триптофан	1,03	1,03	1,19	1,19
Треонін	2,50	63,00	3,95	100,00
Сирін	4,12		4,92	
Глутамінова кислота	41,33		25,30	
Пролін	11,33		9,20	
Гліцин	4,31		2,71	
Аланін	4,83		2,80	
Цистин*	1,5		1,21	
Валін	4,57	92,00	5,87	119,00
Метіонін*	0,84	37,00	2,60	110,00
Ізолейцин	3,30	83,00	3,96	100,00
Лейцин	7<30	105,00	8,95	129,00
Тирозин	1,68	94,00	5,40	173,00
Фенілаланін	3,88		4,86	
Сума	100,00		100,00	

* — скор метіоніну вираховується за сумою метіоніну і цистину

Додавання альбуміну до рецептури хліба сприяє не тільки збільшенню загальної кількості білка, але й більшому його засвоєнню, оскільки амінокислотний скор. За першою лімітуючою амінокислотою підвищується у 2 рази і складає 80 %.

Отже, підвищення у хлібобулочних виробках з молочним білком вмісту важливих амінокислот свідчить про високу біологічну ефективність даних виробів як для організму дорослих, так і дітей.

Проведення ряду досліджень мінерального складу виробів з дозуванням альбуміну та порівняння результатів дало змогу встановити що, вміст K^+ збільшився у 1,54 рази, вміст Mg^{2+} – у 1,2 рази та вміст Ca^{2+} – у 1,14 раз у порівнянні з контролем. Це дає можливість стверджувати, що додавання молочного білка альбуміну до рецептури хліба значно покращує його мінеральний склад та підвищує вміст мікро- та мікроелементів.

Пряме додавання альбуміну у збільшених дозуваннях (до 12 % до маси борошна) в тісто ускладнює технологічний процес – змінюється бродильна активність дріжджів, погіршуються структурно-механічні властивості тіста, знижується якість готових виробів. З метою нівелювання негативної дії високої кількості молочних білків було запропоновано використовувати ефективні поліпшувачі – поверхнево-активні речовини (ПАР).

Аналіз літературних даних та ряд випробувань показали, що найбільш ефективними ПАР виявилися аніонактивні речовини — ефіри моно- і дигліцериди винної та жирних кислот, змішані ефіри гліцерину з винною, оцтовою та жирними кислотами, лактилати кальцію та натрію. При проведенні пробних випікань дозування ПАР вибирали згідно рекомендацій виробника (в межах 0,3-0,6 % до маси борошна). За впливом на реологічні властивості тіста та якість готових виробів кращими виявилися ефіри моно- і дигліцеридів винної та жирних кислот [Е 472] із дозуванням 0,5 % до маси борошна.

З метою визначення ефективності додавання ПАР до тіста з максимальним вмістом альбуміну – 12 % до маси борошна, вивчено їх сумісний вплив на технологічні показники процесу виробництва хліба і його якість.

Проведені дослідження для встановлення найбільш раціонального способу додавання альбуміну в тісто підтвердили те, що для зниження негативної дії молочних білків на перебіг процесів, які відбуваються при бродінні напівфабрикатів, альбумін необхідно вносити до тіста у підготовленому вигляді. Дана підготовка проходить при змішуванні білка з водою у співвідношенні 1:2 з послідовним внесенням ПАР та подальшим диспергуванням суміші протягом 5 хв. Отже, тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом. Білковий збагачувач вносили підготовленим за виготовленою схемою.

Встановлено (табл.4), що газоутворення в тісті з альбуміном та ПАР активізувалося в порівнянні з контролем на 4,6 %. Зразки хліба з молочним білком та ПАР характеризувалися більш високим питомим об'ємом (2,0 %), формостійкістю подових сортів (2,4 %) та добре розвиненою, рівномірною структурою пористості. Сумісне застосування альбуміну та ПАР сприяло також й уповільненню процесу черствіння готової продукції. Дані вироби характеризувалися більш високими показниками пружно-еластичних властивостей м'якучки протягом 2 діб.

Таблиця 4 — Вплив альбуміну та ПАР на технологічний процес виробництва хліба та показники його якості

Показники	Контроль (без добавок)	При додаванні, % до маси борошна в тісті		
		5 % СЗМ	12 % альбуміну	12 % альбуміну та 0,5 % ПАР
Тісто				
Титрована кислотність, град.				
початкова	1,8	3,1	3,1	3,3
кінцева	2,9	4,2	4,0	4,2
pH				
початкова	5,54	5,13	5,10	5,08
кінцева	5,35	4,97	4,98	4,94
Розпливаємість, %	196	189	194	188
Тривалість вистоювання, хв.	60	60	59	58
Газоутворення, $cm^3/100\text{ г}$				
тіста	370	326	318	388
при вистоюванні	150	142	133	164
Хліб				
Питомий об'єм, $cm^3/100\text{ г}$	294	285	277	300

Продовження табл. 4

Показники	Контроль (без добавок)	При додаванні, % до маси борошна в тісті		
		5 % СЗМ	12 % альбуміну	12 % альбуміну та 0,5 % ПАР
Кислотність, град.	2,2	2,8	3,2	3,3
Пористість, %	74	71	70	74
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,42	0,40	0,42
Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра				
через 1 добу	106	102	94	110
через 2 доби	86	85	80	93
Крихкуватість, %				
через 1 добу	1,4	1,3	1,2	1,4
через 2 доби	4,2	4,0	3,8	4,2

Отримані дані свідчать, що внесення альбуміну призводить до підвищення титрованої кислотності тіста, у той час як активна змінюється несуттєво, що є небажаним фактором для життєдіяльності дріжджів.

З метою нівелювання цих процесів було запропоновано виробляти тісто з альбуміном та ПАР у два етапи. На першому етапі — готується бездріжджовий напівфабрикат з частини борошна (10 % від загальної маси борошна), рецептурної кількості білків, ПАР та частини води з витриманням його впродовж 1 години; на другому — замішується тісто згідно рецептури з використанням підготовленого бездріжджового напівфабрикату. Також до бездріжджового напівфабрикату додають 0,3 % лимонної кислоти з метою створення в тісті рН, необхідного для найбільш повного перебігу біохімічних, мікробіологічних та колоїдних процесів.

Проведено ряд дослідів для визначення ефективності виробництва хліба із застосуванням бездріжджового напівфабрикату. Тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом, на великій густій опарі, диспергованій фазі та бездріжджовому напівфабрикаті. У всіх випадках додавали 12 % альбуміну і 0,5 % ПАР.

Порівняльна оцінка готової продукції дало змогу вибрати найбільш оптимальну схему приготування тіста. Результати досліджень (табл.5) показали перевагу приготування тіста з альбуміном на бездріжджовому напівфабрикаті. Хліб, що виготовляли з використанням бездріжджового напівфабрикату, за питомим об'ємом та структурою пористості м'якушки перевищував зразки, які були виготовлені безопарним способом, на великій опарі та диспергованій фазі відповідно на 1,4 %, 7,9 % і 4,2 % та 1,4 %, 7,1 % і 4,2 %. При органолептичній оцінці у виробів з альбуміном відзначається більш тонкий і ніжний смак та аромат.

Таблиця 5 — Вплив способу приготування тіста на якість хліба з альбуміном та ПАР

Показники	Спосіб приготування тіста			
	Безопарний	На великій густій опарі	На бездріжджовому напівфабрикаті	На диспергованій фазі
Питомий об'єм, см ³ /100г	296	278	300	288
Кислотність, град.	2,8	3,4	3,4	3,0
Пористість, %	74	70	75	72
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,44	0,42	0,42
Загальна деформація м'якушки, од. пенетроме- тра				
через 1 добу	104	96	112	104
через 2 доби	87	83	94	90

За рахунок використання бездріжджового напівфабрикату скорочується контакт білкової добавки із тістом, створюються сприятливі умови для життєдіяльності бродильної мікрофлори, набухання білків, що забезпечує відповідне газоутворення у тісті та позитивно впливає на формування його реологічних властивостей.

Для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста бездріжджовий напівфабрикат додавали в тісто при його посиленій механічній обробці. Даний технологічний прийом дозволяє найбільш рівномі-

рно розподіляти бездріжджовий напівфабрикат, а відповідно й альбумін та ПАР, в об'ємі тіста, сприяє зниженню частки вільної рідкої фази, що виражається у стабілізації пружно-еластичних властивостей тіста та підвищенні його стійкості до розрідження.

Застосування бездріжджового напівфабрикату забезпечує більш повний перебіг біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів та високі фізичні характеристики тіста, отримання виробів високої якості.

Також, структурно-механічні властивості тіста залежать від показників якості клейковини, яку одержували та досліджували з тіста збагаченого альбуміном. У визначенні показників було обрано клейковини, одержані із тіста без добавок та із тіста, — контроль та клейковини одержані із тіста з додавання 12% альбуміну (до маси борошна) та ПАР (0,5 % до маси борошна) (табл. 6)

Таблиця 6 — Вплив альбуміну та ПАР на кількість та якість клейковини

Показники	Контроль № 1	Контроль № 2 (СЗМ 5 %)	З альбуміном 12 %	З альбуміном 12 % і ПАР
Вміст сирієї клейковини, %				
початковий	28,7	23,8	23,5	23,9
кінцевий	30,2	26,4	26,1	26,7
Гідратація, %				
початковий	160	210	230	232
кінцевий	194	248	256	259
Пружність на приладі ІДК, од. приладу				
початковий	50	70	78	77
кінцевий	72	84	89	86
Розтяжність, см				
початковий	9	10	10	11
кінцевий	13	12	11	13
Вміст сухої клейковини, %				
початковий	11,04	7,58	7,33	7,50
кінцевий	10,27	7,75	7,21	7,41

Отримані дані свідчать про те, що додавання СЗМ і альбуміну призводить до зменшення вмісту сирієї клейковини, як відразу після замішування тіста (на 16,7 %) так і через три години його бродіння (на 11,6 %). Це підтверджується прямою кореляційною залежністю змін вмісту сухої клейковини. Дані досліджень показують, що альбумін та ПАР підвищують гідратацію клейковини (початкову на 45 %, кінцеву на 33,5 %), вона розслабляється про що свідчать дані досліджень на приладі ІДК, розтяжність клейковини збільшується.

Як показали дослідження додавання ПАР позитивно впливає на зміну вищезазначених характеристик клейковини: підвищується розтяжність і пружність, збільшується її гідратація, спостерігається тенденція до підвищення виходу як сирієї так і сухої клейковини, що очевидно, слід пов'язувати зі здатністю ПАР утримувати між собою розосереджені часточки клейковини при її відмиванні.

Отже, хлібобулочні вироби виготовлені за запропонованою технологією дозволяють вирішувати проблему біологічної цінності хліба в сучасних екологічних умовах, одержувати продукцію з високими профілактичними властивостями та покращеними фізико-хімічними показниками.

Висновки

1. Харчовий альбумін дає змогу ефективно розширити асортимент хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності. Додавання харчового альбуміну у кількості 12 % до маси борошна майже у 2 рази підвищує скор незамінних амінокислот у готових виробах.
2. Приготування тіста на бездріжджовому напівфабрикаті покращує реологічні властивості тіста, що забезпечує збільшення питомого об'єму, пористості та формостійкості хліба.
3. Дослідно та розрахунково підтверджено, що при виготовленні хлібобулочних виробів високої якості оптимальним є дозування молочного білка 12 % до маси борошна в тісті при одночасному застосуванні 0,5 % ПАР (ефіри моно- і дигліцеридів винної та жирних кислот [Е 472]) та лимонної кислоти.

Література

1. Пучкова Л.Н., Поландова Р.Д., Матвеева Н.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба. - СПб.: ГНОРД, 2005. - 559 с.

2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: ЛОГОС, 2002. - 365 с.
3. Пищевые эмульгаторы и их применение / Под редакцией Дж. Хазенхюля, Р. Гартела. - СПб.: Профессия, 2008 - 288 с.
4. Пашенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий. - М.: Колос С, 2006. - 389 с.

УДК 664.143

РЕГУЛЮВАННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ТА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖЕЛЕЙНИХ ВИРОБІВ ТА НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ДРАГЛЕУТВОРЮВАЧІВ

Фошан А.Л., канд. техн. наук, доцент, Григоренко А.М., здобувач
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

У широкому асортименті харчових продуктів питому вагу складають кондитерські вироби та солодкі десерти з желейною структурою. Розглянуто питання використання комбінованих систем драглеутворювачів для виробництва желейної продукції та напівфабрикатів з поліпшеними структурно-механічними властивостями.

Confectionery products and sweet desserts with Jellye structure make a considerable part in wide assortment of foodstuff. The question on use of the combined systems galantineform for manufacture galantine production and half-finished products with improved structurally-mechanical properties is considered in this article.

Ключові слова: желейні вироби, комбіновані системи драглеутворювачів, реологічні та структурно-механічні властивості

Групою добавок, які б могли зміцнювати драглі та підвищувати їх температуру плавлення, змінювати структурно-механічні та реологічні властивості в желейних виробах, є драглеутворюючі та вологоутримуючі полісахариди, дія котрих полягає у зв'язуванні частини вільної води в желейних десертах або напівфабрикатах. Гелеутворення драглів з використанням комбінованих систем драглеутворювачів супроводжується збільшенням в'язкості рідкої фази желе, і сприяє створенню додаткових водних зв'язків.

З літературних джерел відоме використання комбінованих драглеутворювачів, які складаються з сульфатованих полісахаридів та желатину [1] при виробництві желейних виробів, але, переважно, їх застосування було можливим при виготовленні желейної продукції, яка формується при температурах повітря не вище 25 °С. Нашим завданням було встановити раціональне дозування вологоутримуючої речовини до рецептури желе, що підвищить міцність та температуру плавлення желейної продукції, і водночас не погіршуватиме якість готових виробів та хід технологічного процесу.

Як вологоутримуючий агент при виробництві желейної продукції нами досліджувався модифікований крохмаль. Процес модифікації крохмалю знижує температуру клейстеризації. Зменшена в'язкість модифікованого крохмалю при високих температурах сприяє швидкому прогріву та більш висока в'язкість при низьких температурах дає можливість знизити дозування.

Вибір цього високомолекулярного полісахариду, рослинного походження був обумовлений відносно невеликою вартістю в порівнянні з білковим драглеутворювачем — желатином та сульфатованими полісахаридами красних морських водоростей, а також тим, що модифікований крохмаль має гарні органолептичні властивості, за рахунок яких він покращує органолептику желейної продукції при його використанні.

Було проведено комплекс експериментів для визначення раціонального дозування модифікованого крохмалю з метою зміцнення драглів при виробництві желейної продукції. Введення модифікованого крохмалю до драглеутворюючих розчинів, базується на досвіді попередників, які займалися використанням добавок з модифікованих крохмалів при виробництві желейних виробів [2], у кількості 1, 0, 1, 5, 2, 2,5 та 3 % до маси желе.

Желейну масу отримували шляхом драглеутворення використовуючи комбіновану систему драглеутворювачів.

Одним з основних факторів, який впливає на якість технологічного процесу при виробництві желе, є в'язкість. Вологоутримуючі полісахариди зв'язують вільну вологу в системі, що зумовлює збільшення в'язкості желейного розчину. Тому для встановлення раціонального дозування модифікованого крохмалю ми обрали значення в'язкості желейних розчинів при температурі 60-70°C.

Метою подальших наших досліджень було вивчення можливості регулювання структурно-механічних властивостей желейних виробів та десертів на основі сульфатованих полісахаридів, білкового драглеутворювача і модифікованого крохмалю, та встановлення оптимальних умов і концентрацій драглеутворювачів, що призводять до отримання бажаної структури желейних виробів.

Нами досліджувалися структурно-механічні показники драглів на основі суміші сульфатованих полісахаридів агару, агароїду та фуцеларану і білкового драглеутворювача желатину з модифікованим крохмалем в різних концентраціях.

Структурно-механічні властивості (пружність, пластичність, еластичність) визначали за допомогою модифікованих вагів Каргіна-Сологової шляхом вивчення деформації стиснення структурованих систем під дією пуансона з тефлоновою насадкою.

За кривими кінетики деформації знаходили наступні відносні структурно-механічні характеристики:

$$\text{пружність} \quad \text{Пр} = (e_0/e_m) \cdot 100 \% ; \quad (1)$$

$$\text{пластичність} \quad \text{Пл} = (e_{\text{ост}}/e_m) \cdot 100 \% ; \quad (2)$$

$$\text{еластичність} \quad E = (e_m - e_0/e_m) \cdot 100 \% , \quad (3)$$

де $e_0, e_m, e_{\text{ост}}$ – пружна, максимальна, остаточна деформація відповідно.

Розраховані дані зведено в табл. 1.

Таблиця 1 — Структурно-механічні показники драглів

Структурно-механічні характеристики	Показники комбінованих драглеутворювачів			
<i>Агару</i>	1 % агару	0,25 % агару + 3 % желатину	0,5 % агару + 2 % желатину	0,25 % агару + 3 % желатину + 1,5 % модифікованого крохмалю
Пружність	80,95	81,63	82,68	82,52
Пластичність	35,24	51,02	43,31	52,36
Еластичність	19,05	18,37	17,32	17,48
<i>Фуцеларану</i>	2 % фуцеларану	1 % фуцеларану + 2 % желатину	1 % фуцеларану + 3 % желатину	1 % фуцеларану + 2 % желатину + 1,5 % модифікованого крохмалю
Пружність	68,18	70,89	79,47	81,43
Пластичність	30,91	41,04	43,04	45,62
Еластичність	31,82	29,11	20,53	18,57
<i>Агароїду</i>	3% агароїду	2% агароїду + 1% желатину	2% агароїду + 2% желатину	1% агароїду + 1% желатину + 1,5% модифікованого крохмалю
Пружність	70,42	67,31	77,36	76,43
Пластичність	35,21	45,19	48,11	47,32
Еластичність	29,58	32,69	22,64	23,57

Дослідження співвідношень різних концентрацій желатину, модифікованого крохмалю і сульфатованих полісахаридів підтвердили, що зі збільшенням концентрації желатину або в комбінації з модифікованим крохмалем, змінюються структурно-механічні показники драглів. На підставі зроблених досліджень можна зробити припущення, що за сприятливих умов ці полімери утворюють міжланцюжкові контакти, стабілізовані або первинними, або вторинними зв'язками на молекулярному рівні з утворенням полімерної сітки, у якій збільшуються показники пружності. Додавання білкового драглеутворювача желатину дозволяє одержати желейні маси з оптимальними показниками пружності і пластичності, а також зменшити витрати сульфатованих драглеутворювачів. Желатин та модифікований крохмаль, використовують як доповнення, так і замість стандартних сульфатованих полісахаридів.

На основі проведених досліджень, слід зазначити, що високі показники пружності найбільш важливі для желейних мас, тому, що від них залежить зовнішній вигляд і якість готової продукції. Показники пластичності та еластичності відповідають за смакові якості готових виробів і також є важливими характеристиками. Також слід окремо зупинитись на впливі желатину і модифікованому крохмалі, з даних таблиці видно, що введення концентрації желатину 2 % та 1,5% модифікованого крохмалю, гарантує збільшення показника пружності, що характеризує зовнішній вигляд готової желейної продукції. Також ці концентрації значно впливають на збільшення показника пластичності, що характеризує смакові якості з одержанням ніжного ефекту тайння желейних виробів у роті.

Завдяки тому що желатин та модифікований крохмаль має широке розповсюдження в Україні, можна рекомендувати його використання разом із сульфатованими полісахаридами для регулювання реологічних та структурно-механічних властивостей, що зумовлюють зовнішні та смакові характеристики желейної продукції такої як, плодово-ягідні желе, молочні та шоколадні желейні десерти, торти і тістечка із желейними прошарками.

Література

1. Фощан А.Л., Григоренко А.М. Вивчення можливості використання желатину для підвищення міцності драглів сульфатованих полісахаридів червоних морських водоростей. Збірник наукових праць – Х.: ХДУХТ, 2004. ч. 1, - С. 530-536.
2. A Thesis University of Guelph by Michael D. H. Rodgers, Rheological properties of gelatin/starch composite gels. Michael D. H. Rodgers 2001, - p. 44.

УДК 664.7-027.3:001.891.5-021.4

ОРГАНОЛЕПТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗРАЗКІВ КРУП'ЯНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Павленкова П.П., канд. техн. наук, доцент, Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна
Гулавський В.Т., канд. техн. наук, директор Новоукраїнського КХП
ДП ДАК "Хліб України" Новоукраїнський КХП, м. Новоукраїнка, Україна

Стаття присвячена розробці системи органолептичного оцінювання зразків круп'яної продукції. Встановлено алгоритм проведення дегустації. Рекомендовано шкали органолептичного оцінювання показників якості та оцінювання рівня якості крупів.

The article is devoted development of the system of organoleptic evaluation of standards of products of groats. The algorithm of conducting of tasting is set. The scales of organoleptic evaluation of indexes of quality and evaluation of level of quality of croups are made to order.

Ключові слова: органолептичне оцінювання, крупи, балові шкали оцінювання, рівень якості.

Проблема харчування людини тісно пов'язані з якістю і безпечністю харчових продуктів. У зв'язку з нарощуванням виробництва сільськогосподарської сировини посилюється необхідність гарантування її якості, зростає роль і оцінка споживних властивостей екологічно чистих сільськогосподарських продуктів. Це стосується насамперед зернових культур, які посідають провідне місце в сільськогосподарському виробництві і в харчуванні людей.

Крупи – другий за споживанням продукт харчування (після борошна). Їх виробляють із зерна злакових культур, а також із гречки та гороху. Фізіологічні норми харчування людини передбачають уведення до раціону приблизно 24...35 грамів різних круп на день. Переважно це крупи з гречки, рису, вівса і бобових, оскільки їх білки мають підвищену біологічну цінність. Усі крупи багаті на крохмаль. Особливо необхідні крупи у раціоні харчування дітей та при різних захворюваннях.

Якість крупи залежить не лише від хімічного складу і фізичних властивостей зерна. Суттєве значення мають ступінь очищення від домішок і способи обробки очищеного зерна. Крупа – готовий продукт, який піддають лише кулінарній обробці, і тому наявність у ній будь-яких домішок одразу ж впливає на якість виготовлених страв.

Поняття якості включає сукупність властивостей, здатних задовольнити за допомогою цього продукту необхідні потреби людини. Пріоритетними показниками якості вважаються органолептичні властивості продукту, його харчова цінність і безпечність.

Якість круп і способи її визначення нормуються стандартами. До обов'язкових показників при оцінці круп відносять органолептичні (колір, запах, смак). У крупах є недопустимою наявність шкідників. Вологість різних круп повинна знаходитись у межах (12...15,5) %. Суворо нормується кількість домішок, особливо небезпечних, пошкодженого і битого ядра, мучелі, металевих домішок і нешелушених зерен. Від їх вмісту залежить сорт крупи і відповідність продукту вимогам державних нормативів.

З іншого боку, можливість правильної оцінки як власних виробів, так і продукції конкурентів, дозволить виробити конкурентоспроможний продукт, який буде користуватись попитом і буде підтримувати марку виробництва. Тому від своєчасної, регулярної і проведеної згідно з нормативами оцінки якості продукції залежить ефективність її виробництва.

Органолептична оцінка – це найбільш давній і дешевий метод оцінки якості продуктів. Швидкий розвиток сучасного органолептичного аналізу привів до того, що його результати вважаються рівноцінними з результатами фізико-хімічних досліджень продуктів. На думку деяких дослідників, органолептичні методи можна віднести, за низкою показників, до числа аналітичних методів. Є деякі показники, такі як “зовнішній вигляд”, “затхлість борошна” та ін., які взагалі неможливо визначити фізико-хімічними методами.

Органолептичні властивості продуктів, що оцінюються за допомогою органів почуття людини, наведені на рис. 1.

Органолептичний (сенсорний) аналіз нараховує багато методів, за допомогою яких виконуються певні завдання. На рис. 2 наведено міжнародну класифікацію методів згідно з ISO 6558.

Використовують декілька видів дегустацій. На підприємстві, в основному, проводяться такі види дегустацій: робочі, виробничі, експертні.

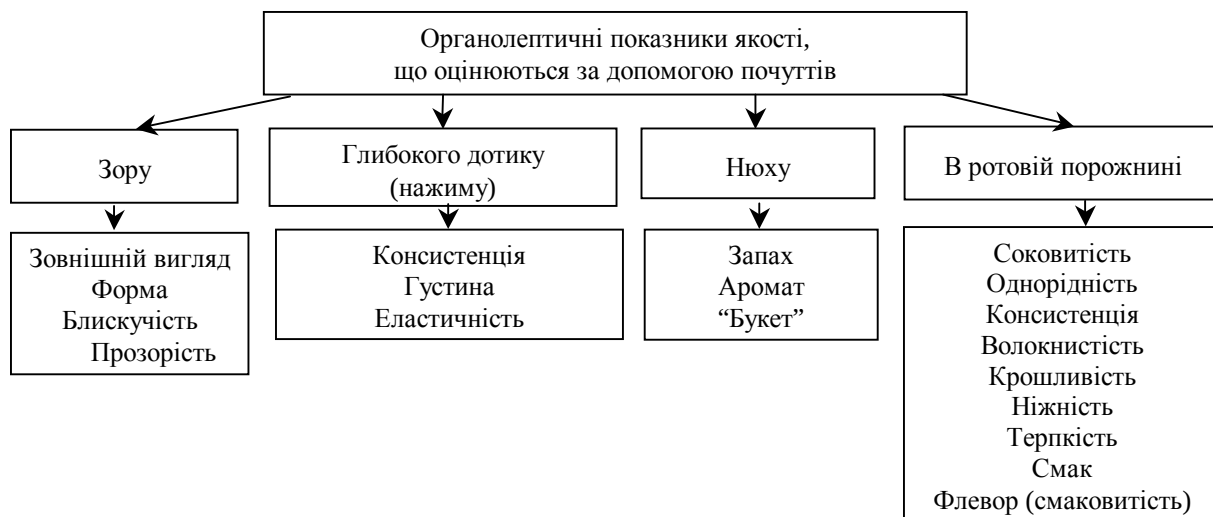


Рис. 1 – Органолептичні показники якості продуктів

Робочі дегустації не потребують особливих умов. Вони здійснюються безпосередньо на робочому місці і дозволяють оперативно вирішувати всі виробничі питання, що пов'язані з випуском продукції.

Виробничі дегустації проводяться групою фахівців даного підприємства (або об'єднання) для вирішення відповідальних питань, пов'язаних з оцінюванням продукції (підготовка до затвердження нових марок продукції, затвердження купажів, відбір зразків на конкурс та т. п.). Членами комісії повинні бути люди, що мають навички в органолептичному оцінюванні – відібрані дегустатори та експерти. Комісія виробничої дегустації повинна працювати в спеціальному приміщенні і за особливими правилами.

Експертні комісії проводяться при вирішенні суперечливих питань про якість продукції, що виникають між підприємствами, а також при вирішенні низки спеціальних завдань – визначення відповідності того чи іншого зразка конкретному типу продукції, його оцінювання за проханням інспекції з якості, відбору зразків на міжнародні конкурси та інше.

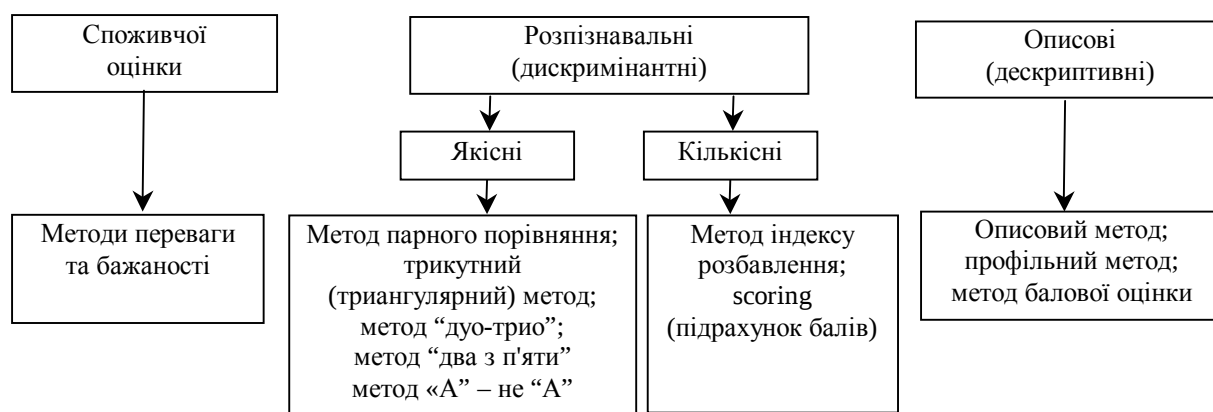


Рис. 2 – Класифікація методів сенсорного аналізу

Крім перелічених вище, можуть проводитися такі дегустації, як: комерційні, наукові, учбові та показові.

Комерційні дегустації проводяться для вирішення питання про оптову закупівлю продукції, про міжнародні поставки та інші питання, що пов'язані з купівлею-продажем. Основним оцінювачем у даному разі є покупець.

Наукові дегустації оцінюють зміни органолептичних властивостей продукту в поставленому дослідженні.

Учбові дегустації ставлять своїм завданням навчання фахівців основам органолептичного аналізу, або підвищення ними кваліфікації в галузі органолептичного оцінювання харчових продуктів.

Показові дегустації проводяться для широкого кола людей, що цікавляться даним видом продукції. В процесі такої дегустації споживача знайомлять з технікою її проведення, історією продуктів харчування, технологією їх виробництва.

Метою даної роботи стало визначення регламенту проведення органолептичного оцінювання зразків круп'яної продукції та особливостей оцінки кулінарного достоїнства крупи.

Зразки продукції, що представляється на дегустацію для оцінювання якості, повинні бути відібрані у відповідності з діючою нормативною документацією згідно з правилами приймання і методами відбирання проб для конкретного виду продукції та супроводжуватись (для експертного випробування) наступною документацією:

- актом відбору проб;
- накладною або рахунком-фактурою;
- короткою характеристикою зразка;
- посвідченням про якість;
- супровідним листом, в якому вказується мета представлення зразка на дегустацію.

Відбір зразків на дегустацію (в залежності від її виду) відбувається з поточної виробітки або в торгівельній мережі комісією підприємства в присутності представників Держторгінспекції.

Виробничі дегустаційні комісії, що діють на заводах, здійснюють систематичний контроль за якістю продукції. Вони призначаються керівником відповідного підприємства. У склад такої комісії входять, як правило, головний інженер, начальник відділу технічного контролю, головний технолог, санітарний лікар.

Згідно з розробленою системою оцінювання зразків круп'яної продукції, встановлено наступний алгоритм проведення дегустації круп'яної продукції:

- повідомлення організатора про мету, завдання та порядок проведення дегустації;
- пропозиція голови комісії з ознайомлення зі стандартною пробною доброї якості;
- індивідуальна робота кожного дегустатора з оцінювання окремих проб та заповнення ним дегустаційного листа;
- статистична обробка дегустаційних листів;
- об'явлення середньої оцінки або єдиного рішення та їх обговорення;
- висновок дегустаційної комісії та його обговорення.

Дегустації в зернопереробній промисловості проводяться з різною метою, тому перед ними ставляться різні завдання і це потребує дегустацій різних типів.

Виробнича дегустація вирішує завдання оцінювання якості круп'яної продукції на відповідність стандартам. Крім того вирішуються відповідальні питання, пов'язані з оцінюванням продукції (підготовка до затвердження нових видів продукції, затвердження купажів, відбір зразків на конкурс).

Експертна дегустаційна комісія працює у випадках суперечливості питань про якість продукції, що виникають між підприємствами за проханням інспекції, або при відборі зразків на міжнародні конкурси.

Наукова дегустаційна комісія здійснює всебічний аналіз з метою поглибленого вивчення якості продукту у зв'язку з потребою підвищення якості продукції, що випускається, розробленням нових видів продукції, а також вивчення змін якості при зберіганні сировини та продукції.

Оцінювання зразків круп'яної продукції на виробничій, експертній та науковій дегустаціях здійснюється за деякими відмінностями зважаючи на завдання, що ставиться перед цими випробуваннями.

Оцінювання зразків круп'яної продукції на виробничій та експертній дегустаціях відбувається у відповідності з ГОСТ 26312.2-84 "Крупа. Методы определения органолептических показателей, развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев". Згідно з цим стандартом проводиться органолептичне оцінювання зразків крупів за показниками: колір, запах, смак, а при випробуванні гречаних крупів і вівсяних пластівців – колір, смак, запах, а також розварювання.

При необхідності більш глибокого вивчення якості крупів проводять дослідження за додатковими показниками: загальний зовнішній вигляд (скловидність, форма та стан поверхні частинок крупів), кулінарне достоїнство крупів.

Кулінарне достоїнство крупів характеризують по якості каші. Кашу варять на водяній бані в металевих циліндрах з кришками.

Об'єм звареної каші визначають по величині об'єму циліндра, незаповненого кашею.

Коефіцієнт розварюваності визначають за формулою

$$K_p = \frac{V_1}{V},$$

де V_1 – об'єм каші, см³;

V – об'єм крупи до варіння, см³.

Таблиця 1 – Класифікація органолептичних методів згідно із завданням

Функції комісії	Виявлення якісних відмінностей	Оцінка часткової і загальної якості	Споживча оцінка	Контроль якості
Завдання	Виявлення якісних відмінностей	Визначення якості	Виявлення бажаності	Визначення відповідності стандартам
Використання отриманих результатів	Виключно дослідне	Для дослідних порівняльних цілей, конкурсів якості	Вивчення звичок споживачів	Відділи технічного та державного контролю
Функції комісії	Виявлення якісних відмінностей	Оцінка часткової і загальної якості	Споживча оцінка	Контроль якості
Спосіб вимірювання	Фізіологічний	Фізіологічний та психологічний	Психологічний	Фізіологічний
Кількість членів комісії	3-10	3-10	40 і більше	1-4
Підготовка оцінювачів	Постійне спеціальне навчання	Кваліфікована спеціалізація оцінювачів	Ненавчені	Постійні експерти
Перевірка чутливості	Перед кожною оцінкою	Щоразу при створенні комісії	Не перевіряється	Періодична перевірка сенсорних мінімумів
Використовувані методи	1. Парний 2. Двопарний 3. Трикутний	1. Порівняльний 2. Баловий 3. Послідовний 4. Розведення	1. Голосування 2. Анкетний 3. Парний 4. Трикутний 5. Дослідження попиту 6. Шкала бажаності	1. Баловий 2. Послідовний

В залежності від сортових особливостей сировини, способів її обробки і асортименту крупів коефіцієнт розварюваності коливається у наступних межах: для пшона – 4...5,2; круп з гречки – 3,2...4; рису – 4,3...5,2; перлових – 5,5...6,6; вівсяних – 3,3...4,1.

Крім того визначають консистенцію каші. Вона може бути трьох видів: розсипчаста, напіврозсипчаста та в'язка.

Типовою вважається консистенція з рівномірно розвареними крупинками. Неоднорідність розварювання звичайно обумовлюється різними розмірами крупинок або нерівномірністю їх обробки при шліфуванні. Каша повинна мати специфічний для даної крупи колір, запах та смак.

Каша пшона повинна бути забарвлена в жовтий, рисова – в чисто білий, а гречана – в бурокоричневий колір.

Смак і запах каші з круп, що підлягали гідротермічній обробці виражені слабкіше.

Каші, що приготовлені з недоброякісної крупи, можуть мати сторонні запахи і присмаки: солодовий, кислий, гіркуватий та інші.

При оцінці за 100-бальною системою кашу готують за вказаним вище методом. Для повноти смаку при дегустації додають 2,5 % солі. Якість каші оцінюють з урахуванням коефіцієнта значимості. Для роботи дегустаторів доцільно використовувати 5-бальову шкалу органолептичної оцінки різних показників якості (табл. 2, 3).

Рівень якості крупів оцінюється за кількістю балів:

Відмінний	не менше	4,5 балів
Добрий		4,0...4,4 балів
Прийнятний		3,5...3,9 балів
Задовільний		3,0...3,4 балів
Незадовільний		2,5...2,9 балів
Непридатний	нижче	2,5 балів.

Таблиця 2 – Оцінювання за 5-бальною системою

Ознаки	Бали	Рівень якості
Відносно ознаки, що оцінюється, продукт має чітко позитивні властивості, загальне враження повністю гармонійне. Дефекти або недоліки не встановлені	5	Відмінний
Продукт має непомітні дефекти, або недоліки, доставляє майже повне задоволення	4	Добрий
Позитивні характеристики продукту погіршені, продукт має помітні дефекти або недоліки, оцінка задоволення відповідає прийнятному рівню	3	Прийнятний
Продукт має недоліки та дефекти і від так не відповідає вимогам стандарту. Оцінка задоволення погіршена, але продукт може бути проданий при певних умовах (наприклад, при пропорційному зниженні вартості)	2	Задовільний при певних умовах
Продукт має значні дефекти та недоліки, тому не придатний для споживання. Однак він може бути призначений для повторної переробки	1	Для повторної переробки
Продукт має дефекти, що вказують на його зіпсованість. Від так в будь-якому стані продукт неприйнятний до споживання в їжу	0	Непридатний

Таблиця 3 – Оцінювання круп'яної продукції за 5-бальною системою

Ознаки	Бали
Запах	
Типовий, яскраво виражений	5
Типовий, помірно виражений	4
Типовий, слабо виражений	3
Відсутній	2
Нетиповий, злегка змінений (лежалий, солодовий та т. д.), слабо виражений	1
Нетиповий, сторонній, сильно виражений	0
Смак	
Типовий, сильно виражений	5
Типовий, помірно виражений	4
Типовий, слабо виражений	3
Не виражений (відсутність характерного смаку)	2

Продовження табл. 3

Ознаки	Бали
Нетиповий, зі слабо вираженим стороннім присмаком (лежалий, солодовий, кислуватий, гіркуватий)	1
Нетиповий, з істотно вираженим стороннім присмаком	0
Колір	
Типовий, однотонний	5
Типовий, злегка світліший або темніший	4
Типовий, але неоднорідний	3
Нетиповий, змінений — потемнівший або посвітлівший при зберіганні	2
Нетиповий, дуже змінений	1
Нетиповий, дуже змінений, неприємний	0
Зовнішній вигляд	
Типовий, чітко виражений	5
Типовий, помірно виражений	4
Типовий, але неоднорідний	3
Нетиповий	2
Нетиповий, дуже змінений	1
Нетиповий, неприйнятний	0

При використанні основної 5-бальної шкали коефіцієнти значущості полегшують перехід від однієї бальної шкали до іншої. Для цього досить провести розрахунки з урахуванням коефіцієнтів значущості. Так, щоб перевести оцінювання по 5-бальній шкалі у 100-бальну, потрібно кожний результат помножити на 20, або на відповідний даній ознаці коефіцієнт значущості, загальна сума яких дорівнює 20. Кулінарне достоїнство крупи можна оцінювати з та без урахування коефіцієнта значущості (табл. 4, 5).

Таблиця 4 – Балова шкала оцінювання якості каші (без урахування коефіцієнта значущості)

Показники	Бали
Запах	
Типовий, яскраво виражений	5
Типовий, слабо виражений	4
Відсутній	3
Нетиповий, злегка змінений (лежалий, солодовий та т. д.), слабо виражений	2
Нетиповий, сторонній, сильно виражений	1
Смак	
Типовий, сильно виражений	5
Типовий, слабо виражений (почувається жорсткуватість)	4
Не виражений (відсутність характерного смаку)	3
Нетиповий, зі слабо вираженим стороннім присмаком (лежалий, солодовий, кислуватий, гіркуватий)	2
Консистенція	
Типова, однорідна, розсипчаста	5
Типова, однорідна, мало розсипчаста (липкувата або жорсткувата)	4
Типова, з наявністю неоднорідно розварених крупинок	3
Нетипова, однорідна (липка, жорсткувата)	2
Нетипова, неоднорідна, місцями водяниста, липка	1
Колір	
Типовий, однотонний	5
Типовий, злегка світліший або темніший	4
Типовий, але неоднорідний	3
Нетиповий, змінений – потемнівший або посвітлівший при зберіганні	2
Нетиповий, дуже змінившись у зв'язку з погіршенням якості	1

Таблиця 5 – Балова шкала оцінювання якості каші (з урахуванням коефіцієнта значущості)

Показник	Бали	Коефіцієнт значущості	Бали з урахуванням коефіцієнта значущості
Смак	5	8	40
Запах	5	5	25
Консистенція	5	4	20
Колір	5	3	15

За кількістю балів кашу оцінюють наступним чином:

відмінна	кількість балів	не нижче 90
добра	кількість балів	80...89
задовільна	кількість балів	60...79
незадовільна	кількість балів	менше 60

Каша з оцінкою “незадовільно” вважається непридатною до їжі.

Таким чином, розроблено регламент проведення органолептичного оцінювання зразків круп'яної продукції в залежності від мети визначення її якості.

Рекомендації щодо органолептичного оцінювання якості зразків круп'яної продукції схвалені та прийняті до використання ДП ДАК “Хліб України” Новоукраїнський КХП.

Література

1. Дубосаров Т.Ю. Сенсорный анализ пищевых продуктов. Дегустация вин: Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2007. – 184 с.
2. Основи сенсорного аналізу: Навч. посіб. / В.Д. Малигіна, Л.Д. Титаренко. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2004. – 152 с.
3. Покровский А.В., Смирнов Е.А., Колобродов С.В., Скурихин И.М. Краткий обзор современных международных методов органолептического анализа / Пер. с англ. – М.: МГУПП, 1999.
4. Экспертиза качества сыров: Методическое руководство МВШЭ.МР-013-2002 / Е.В. Суханов. – М.: “Московская высшая школа экспертизы”, 2002.

УДК 658.8.012.12:664.696-913.1

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧИХ МОТИВАЦІЙ ТА ПЕРЕВАГ ПРИ ВИБОРІ НОВИХ ВИДІВ СУХИХ СНІДАНКІВ

**Мардар М.Р., канд. техн. наук, доцент, Валуєвська Л.О., аспірант,
Погонцева Е.І., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Для обґрунтування доцільності розробки та впровадження нових видів збагачених екструдованих сухих сніданків в даній статті був представлений аналіз ринку снєків та проведено маркетингове дослідження споживчих відносин і намірів стосовно нового виду товару.

For a ground expedience of development and introduction of new kind enriched ekstrussion of dry breakfasts in this article there was a presented market of snekiv analysis and marketing research of consumer relations and intentions is conducted in relation to the new type of commodity.

Ключові слова: снєки, екструдовані сухі сніданки, маркетингові дослідження, споживач, респондент.

На ринку продуктів харчування в останні десятиліття найбільш помітне місце займають продукти швидкого приготування (снєки). Вони стали однією з традиційних форм харчування і широко використовуються населенням багатьох країн в якості готових сніданків.

На кафедрі товарознавства та експертизи товарів ОНАХТ ведуться розробки щодо створення та оцінки споживчих властивостей нових видів екструдованих сухих сніданків підвищеної харчової і біологічної цінності.

Для оцінки ринкових перспектив впровадження розроблених продуктів, нами було прийняте рішення про проведення маркетингового дослідження, яке було націлене на вирішення наступних завдань:

оцінка сучасного стану вітчизняного ринку снєків;

дослідження споживчих мотивацій та переваг у виборі нових видів сухих сніданків.

Під час вивчення сучасного стану українського ринку снєків були проаналізовані та опубліковані дані, в різних засобах масової інформації (ділових щотижневиках, газетах, статистичних збірниках, спеціалізованих web-сайтах).

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що в Україні ринок снєків можна віднести до наймолодших і таких, що швидко розвиваються. Ця продукція набула в нашій країні в кінці 1990-х років широкого розповсюдження і відразу припала до смаку українському споживачеві. За статистикою 43 % українських споживачів купують снєки один раз на тиждень, 19 % – два-три рази на тиждень, а 11 % – щодня. Якщо в нашій країні одна людина з'їдає за рік менше 1 кг снєків, то в країнах Західної Європи даний показник складає 3-8 кг, а в США – близько 12 кг [1]. Це дозволяє стверджувати, що українському ринку снєків буде куди розвиватися і протягом найближчого майбутнього він буде продовжувати зростати, хоча вже й не такими темпами, як раніше. В теперішній час зростання ринку снєків складає не більше 10 % на рік, в той час як в минулі роки він був на відмітці 15-20 %. Максимального значення зростання ринку снєків в Україні досягло в 1991-2001 рр. і складало 30-50 % щорік. Об'єм українського ринку снєків з 2006 по 2008 роки зображений на рис. 1 [2].

В даній роботі нас цікавив один вид сегменту ринку снєків – екструдовані сухі сніданки. На українському ринку екструдованих сухих сніданків представлені і конкурують як вітчизняні, так і зарубіжні фірми.

Серед українських виробників можна відмітити такі промислові гіганти: ЗАТ "Дніпропетровський комбінат харчових концентратів" (ТМ «Золоте зерно»), ВАТ «Лантманнен Акса» (ТМ «Start»), ТОВ «Біосен» (ТМ «Bico»), ЗАТ «АВК» (ТМ «Мікс», «Мажор»). Їх продукція знаходиться в низькому та середньому цінових сегментах і доступна широкому колу споживачів.

Не дивлячись на явне домінування на ринку сухих сніданків українського виробника, боротьбу за гаманці споживачів продовжують такі компанії: «Nestle» (Швейцарія), «Kellogg» (Америка), «Briggen» (Німеччина), «ОХО» (Литва), а також російські, польські, чеські виробники [3].

В теперішній час відмічена тенденція, що зростання ринку готових сухих сніданків супроводжується ще й суттєвими якісними змінами самих продуктів, які ми купуємо, так як виріс інтерес покупця до здорової їжі. Тому для обґрунтування доцільності розробки та впровадження нових видів збагачених екструдованих сухих сніданків профілактичного призначення нами було проведено маркетингове дослідження споживчих відносин і намірів стосовно нового товару.

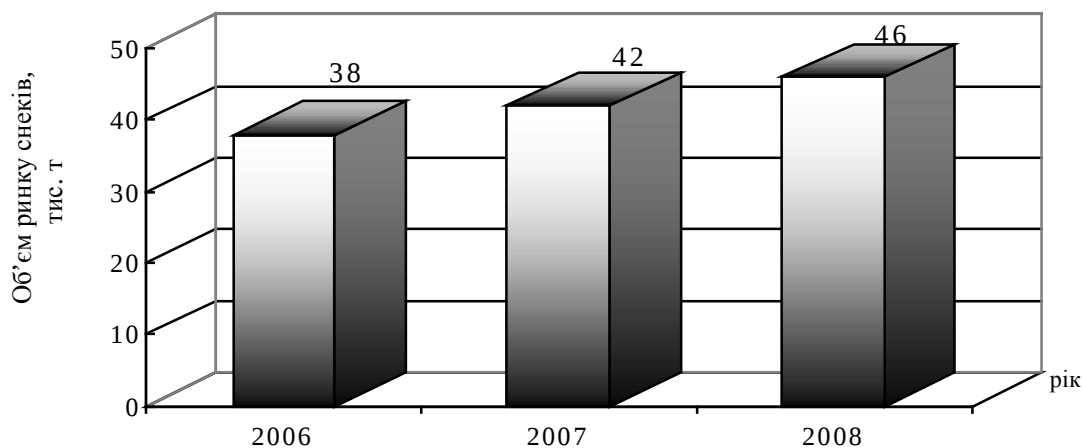


Рис. 1 – Об'єм українського ринку снєків

Досліджування здійснювалося в жовтні-листопаді 2008 року в м. Одесі. В дослідженні брали участь 205 осіб різного віку, статі, роду занять, матеріального і сімейного стану, а також рівня освіти. Серед респондентів 38 % осіб віком до 20 років, 11 % – віком 21-30 років, 10 % – віком 31-40 років, 25 % – віком 41-50 років і 16 % – старше 50 років. З них 57 % жінок і 43 % чоловіків; 38 % студентів, 29 % – робітників, 16 % – пенсіонерів, 8 % – викладачів, 5 % – домогосподарок, 4 % – другого виду діяльності; 29 % – опитаних респондентів мали середню освіту, 41 % – вищу і 30 % – незакінчену вищу освіту.

Перше запитання анкети було спрямоване на вивчення інтенсивності придбання снеків, а його результати подано на рис. 2.

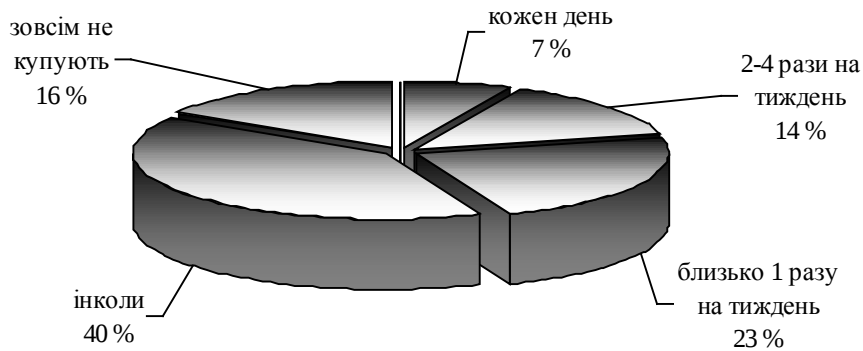


Рис. 2 – Інтенсивність купівлі снеків респондентами

Результати дослідження свідчать про те, що 7,0 % респондентів (або 15 осіб, що було проанкетовано) купують снеки щоденно; 14 % – 2-4 рази на тиждень; 23 % – близько 1 разу на тиждень; 40 % – інколи, лише 16 % респондентів зовсім не купують снеки.

Наступне запитання було спрямовано на вивчення споживчих переваг при виборі снеків, відповіді респондентів наведено на рис. 3.

Згідно даних дослідження 80 осіб (або 39,0 % від загальної кількості респондентів) надають перевагу екструдованим сухим сніданкам; 33 особи (або 16 %) – горішкам; 35 осіб (або 17,0 %) – чіпсам, 18 осіб (або 9 %) – сухарикам, 6 осіб (або 3 %) – іншим видам снеків і лише 33 особи (або 16 %) зовсім не купують снеки.

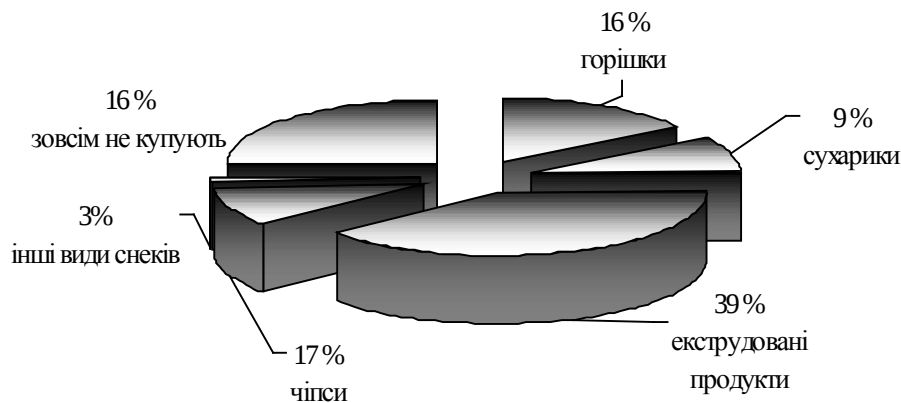


Рис. 3 – Споживчі переваги при виборі снеків

На питання: «На що, купуючи снеки, Ви звертаєте увагу в першу чергу?» більшість респондентів відповіли, що, купуючи сухі сніданки, в першу чергу вони звертають увагу на смак (27 %), склад (16 %), дату виробництва (13 %) і ціну (12 %). Фактори, які впливають на вибір респондентів при покупці снеків, зображені на рис. 4.

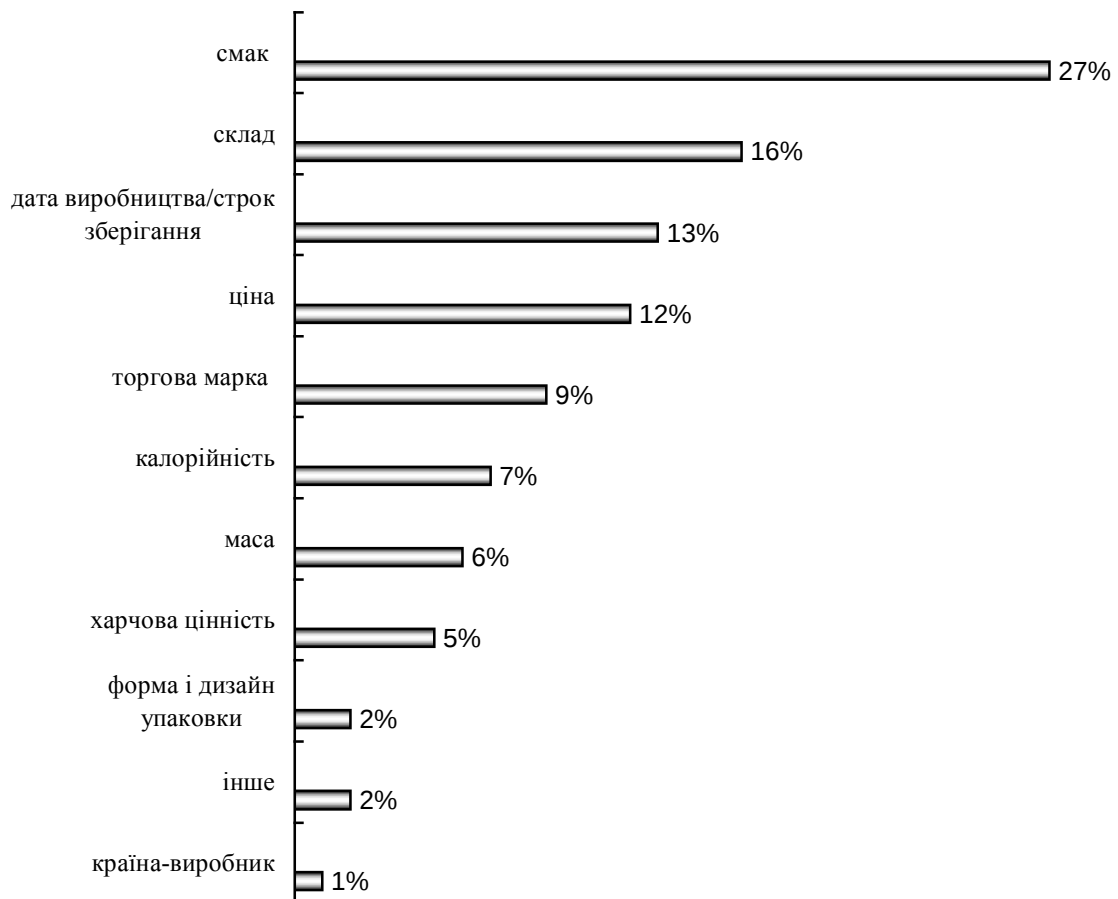
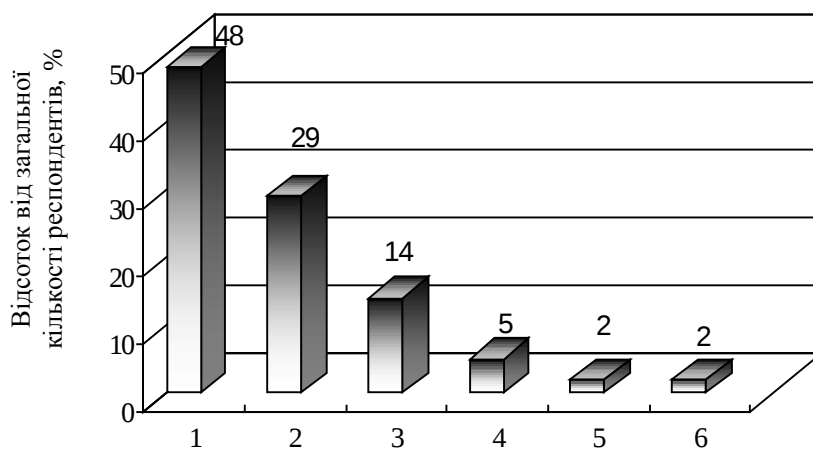


Рис. 4 – Фактори, які впливають на вибір респондентів при покупці снеків



1 - солодкий; 2 – солений; 3 - м'ясний; 4 - пряний; 5 - рибний; 6 – інший смак

Рис. 5 – Смакові переваги респондентів

торговельній мережі м. Одеси?». Результати досліджень показані на рис. 6.

Як видно з рис. 4 споживач, купуючи снеки, в першу чергу, віддає перевагу такому критерію, як смак. Тому нами були проведені дослідження щодо вивчення смакових переваг респондентів (рис. 5).

Наступним етапом наших досліджень було вивчення оцінки якості екструдованих сухих сніданків, які реалізуються у торговельній мережі м. Одеси. Респондентам було поставлено питання: «Як Ви оцінюєте якість екструдованих сухих сніданків, які реалізуються в

У зв'язку з тим, що запропоновані нами нові види екструдованих сухих сніданків мають профілактичне призначення, було прийнято рішення за доцільне вивчити ставлення споживачів до стану свого здоров'я.

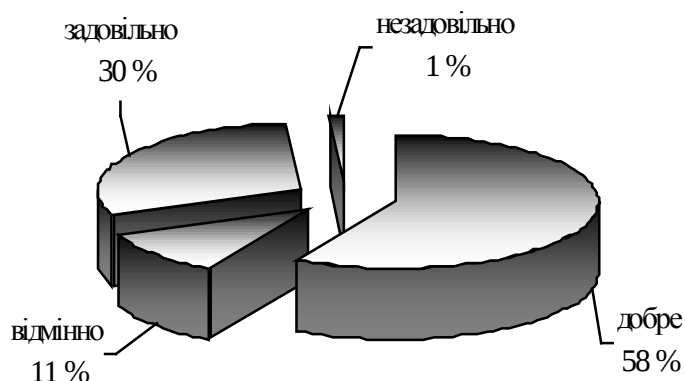


Рис. 6 – Оцінка якості сухих сніданків, які реалізуються в торговельній мережі м. Одеси

Респондентам було поставлене запитання: «Чи слідкуєте Ви за станом свого здоров'я?». Опитування респондентів показало, що лише 39 % регулярно слідкують за станом свого здоров'я; 32 % – не регулярно і 29 % зовсім за ним не слідкують.

У зв'язку з цим постає доцільність виведення на ринок екструдованих сухих сніданків профілактичного призначення.

Наступні запитання анкети були спрямовані на безпосереднє вивчення споживчого відношення до нового товару профілактичного призначення – екструдованого сухого сніданку, збагаченого білковими добавками.

Для цього респондентам було запропоновано лабораторні зразки нових видів сухих сніданків, збагачених білковими добавками. Було проведене опитування: «Як Ви вважаєте, чи доцільно випускати нові різновиди сухих сніданків профілактичного призначення?». Дослідження показало, що значний відсоток споживачів (69,0 % респондентів) позитивно ставляться до виведення на ринок нового товару профілактичного призначення; 24,0 % респондентів вагалися з відповіддю, але відсоток тих з них, хто може змінити ставлення на ліпше, за умови, що нові види екструдованих сухих сніданків будуть коштувати на рівні з іншими сухими сніданками, вельми значний. Лише 7,0 % респондентів скептично поставилися до нового товару.

Рисунок 7 відображає відповіді респондентів стосовно того, чи будуть вони купувати цей товар, а рисунок 8, з якою інтенсивністю.

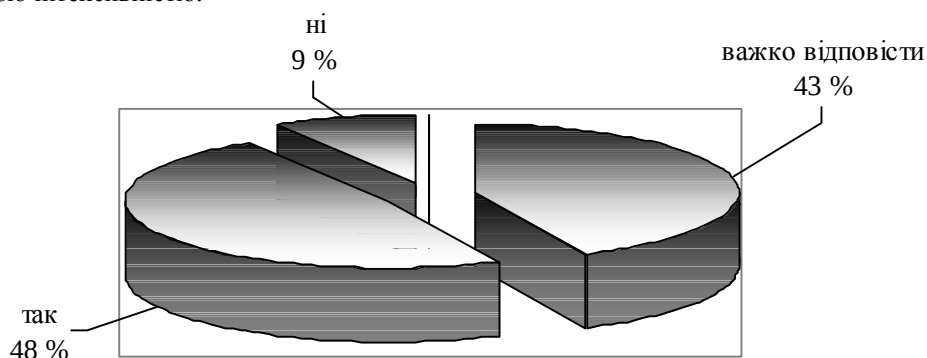


Рис. 7 – Відповіді респондентів, щодо перспектив купівлі нових видів екструдованих сухих сніданків

Відповіді респондентів свідчать про те, що 48,0 % споживачів безумовно будуть купувати нові види сухих сніданків для використання в особистому раціоні родини, 9,0 % респондентів категорично відмовляються від них, пояснюючи це тим, що вони не мають проблем з дефіцитом білка. Значний відсоток респондентів (43,0 %) вагаються з відповіддю, але відзначають, що остаточне рішення вони приймуть після появи нових видів сухих сніданків на ринку з урахуванням їх смакових властивостей, ціни та стану здоров'я.

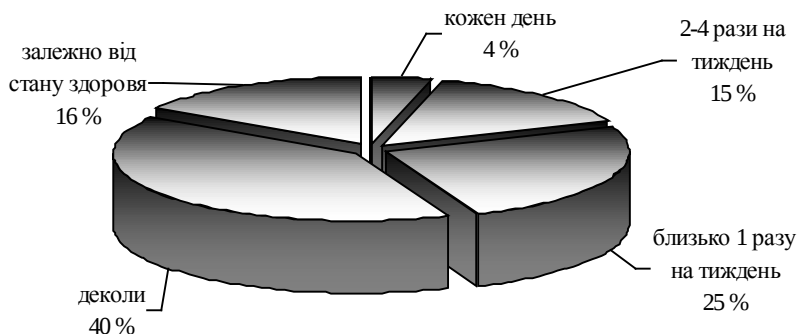


Рис. 8 – Можлива інтенсивність купівлі нових видів екструдованих сухих сніданків

Дослідженнями доведено, що можливість купівлі нових видів екструдованих сухих сніданків профілактичної спрямованості кожен день складає у 4,0 % респондентів; 2-4 рази на тиждень 15 %; біля одного разу на тиждень 25%; 40,0 % – деколи (тут дуже великий відсоток тих, хто прийме остаточне рішення про збільшення інтенсивності купівлі вже після появи товару на ринку з урахуванням його ціни та смакових властивостей) та залежно від стану здоров'я – 16 %.

Висновки

Таким чином, проведені маркетингові дослідження споживчих мотивацій та переваг при виборі нових видів сухих сніданків свідчать про доцільність виведення нового товару профілактичного призначення на ринок. Основними споживачами нових видів екструдованих сухих сніданків стануть всі верстви населення, незалежно від віку, доходів, роду занять, освіти.

Література

1. Космина О. Снеки: плата за популярность / О. Космина // Продукты питания. – 2005. – № 15-16, с. 18-19.
2. Попова О. До востребования. Обострение конкуренции на рынке снеков заставляет компании искать конкретного адресата для своих рекламных и маркетинговых посылов / О. Попова // Бизнес. – 2008. – № 30. – с. 95-96.
3. Свежие мысли о сухих завтраках // Продукты питания. – 2006. – № 6, с. 26-28.

РОЗДІЛ 3

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ,
ОБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ СВЧ ДИАПАЗОНА В ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ЗЕРНА

Контарь А.А., канд. техн. наук, доцент, Кухтина Н.Н., канд. хим. наук
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального
торгово-экономического университета

Рассмотрены перспективы применения электромагнитной энергии СВЧ диапазона (ЭМЭСВЧ) для интенсификации процесса нагрева семян подсолнечника и рапса перед последующим отделением масла, а также для обработки зерна с целью сохранения его высоких пищевых и товарных показателей. Показано, что для целей наиболее полного и энергосберегающего процесса отделения подсолнечного и рапсового масел достаточно воздействовать на семена, прошедшие стадию традиционного нагрева и имеющие среднюю температуру (60-65) °С, электромагнитной энергией СВЧ диапазона. Определено, что в результате такого воздействия процесс выделения пара резко интенсифицируется, а температура семян в объеме достигает 100 °С. Затраты электрической энергии при этом не превышают один киловатт на 300 кг исходного сырья. Время процесса с использованием электромагнитной энергии в сравнении со временем традиционного процесса сокращается на 30-35 минут. ЭМЭСВЧ может также успешно применяться как эффективный фактор уничтожения вредных насекомых, заражающих зерно и зернопродукты и существенно ухудшающих их качество. Использование излучения с длиной волны 10-12 см и плотностью 280-300 Вт·кг/с снижает интенсивность развития вредителей в зависимости от влажности зерна на (50-70) %. При плотности излучения 400 Вт·кг/с полностью исключается возможность воспроизводства вредителей. ЭМЭСВЧ может заменить использование ядохимикатов и улучшить пищевые и хлебопекарские свойства зерна и зернопродуктов.

The perspectives of radiofrequency band electromagnetic energy utilization for the purpose of heating stimulation of sunflower and colza seeds before oil separation process as well as the seeds processing for preserving its high food and commercial attributes have been described in this thesis. It has been shown that radiofrequency energy exposure is sufficient for the most accomplished and energy saving oil separation process if seeds were preliminary heated by any conventional means up to the average temperature of (60-65) degrees. As the result of this exposure the vapour generation is highly rising and the temperature of seeds reaches 100 degrees Celsius. Energy consumption does not extend 1 KW per 300 kilograms of the raw stock. The processing time reduces on 30-35 minutes compared to the traditional heating process. RFEE could also be successfully applied as an effective aim against vermin. The radiation with a wave length of 12 centimeters and the power density of 280-300 W·kg/sec reduces vermin growth to (50-70) % depending on the grain humidity. The power density of 400 W·Kg/sec totally eliminate further vermin propagation. RFEE can replace pesticides and considerably improve quality of the grain. Key words: electromagnetic energy, sunflower, colza, grain, oil, vermin, protection, power efficiency.

Ключевые слова: подсолнечник, рапс, зерно, масло, вредители, защита, энергоэффективность

За последние четыре десятилетия появилось множество различных применений техники СВЧ в медицине, биологии, химии [1]. Особенно широко используется электромагнитная энергия диапазона сверхвысоких частот в пищевых технологиях и технологиях переработки сырья [2]. Несмотря на столь широкое использование этого вида энергии, СВЧ-химия остается до сих пор не достаточно изученной.

Немногочисленные данные в области изучения химических процессов под воздействием СВЧ энергии свидетельствуют о сложных перегруппировках в различных неорганических и органических веществах, о каталитическом воздействии излучения на скорость реакций, об активизации изотопного обмена и т.д. [1,3]. Мотивация к использованию СВЧ установок в пищевых технологиях, в основном, определяется энергоэффективностью и повышением скорости нагрева по сравнению с традиционной термообработкой.

Настоящая работа посвящена изучению возможностей использования электромагнитной энергии СВЧ диапазона (ЭМЭСВЧ) для интенсификации процесса нагрева семян подсолнечника и рапса перед последующим отделением масла и для обработки зерна с целью сохранения его товарных свойств после длительного хранения.

Как известно, семена подсолнечника и рапса являются богатым сырьем для получения масел. Интенсификация отделения масла от семян, как правило, достигается такими способами как механическое выжимание, паро-механическое выжимание и экстракция растворителями масел. Последний метод обеспечивает повышенный выход масла (до 90 % от теоретического), но отличается высокой себестоимостью и поэтому находит применение лишь в специальных случаях, когда выделенное масло применяется в парфюмерии или медицине.

Большинство предприятий в Украине используют традиционную технологию отделения масла от семян при механическом сжатии их в нагретом состоянии. Процесс нагрева сырья осуществляется конвективным способом, что обеспечивает постепенную передачу тепла от оболочки к внутренним частям семян. Скорость передачи тепла зависит от теплопроводности оболочки и ядра семян, а также от разности температур нагревателя и нагреваемого материала.

Семена подсолнечника покрыты скорлупой с достаточно низкой теплопроводностью, а семена рапса отличаются малыми размерами; и то и другое затрудняет равномерный нагрев поверхности в толстом слое сырья. Традиционные конструкции нагревателей обеспечивают неравномерный нагрев поверхности семян до температур (100-120) °С, а внутренних частей зерен всего до температуры 40 °С. Процесс выравнивания температуры требует продолжительного времени и осложняется дополнительным расходом тепла на удаление избыточной влаги. Для обеспечения необходимого уровня термической обработки и сокращения времени нагрева прибегают к увеличению числа используемых агрегатов.

Нами исследовались процессы нагрева семян подсолнечника и рапса под воздействие ЭМЭСВЧ в результате трансформации электромагнитной энергии в тепло. Определенные оптимальные параметры ЭМЭСВЧ для обработки рассматриваются как основные признаки возможного изобретения и в данной работе не приводятся. На современной стадии разработки процесса найдено, что лучшие результаты достигаются тогда, когда воздействию ЭМЭСВЧ подвергают семена, прошедшие стадию традиционного нагрева и имеющие среднюю температуру (60-65) °С.

Определено, что в результате воздействия электромагнитной энергии СВЧ диапазона процесс выделения пара резко интенсифицируется, а температура семян в объеме достигает 100 °С. В таких условиях отделения масла становится более эффективным.

На рис. 1 приведен график изменения интенсивности отделения масла от подсолнечника и рапса после воздействия ЭМЭСВЧ с разогревом зерна изнутри.

При обработке семян излучением СВЧ установлена интересная зависимость, заключающаяся в том, что постепенный разогрев ядер семян приводит сначала к увеличению интенсивности маслоотделения, после достижения температур, незначительно превышающих 100 °С, наблюдается стабилизация отделения масла на уровне до 50 % для подсолнечника и до 40 % для рапса. Последующее повышение температуры приводит к снижению интенсивности отделения масла, что может быть объяснено началом образования новых структур, препятствующих такому отделению. Это явление представляется практически и теоретически важным и остается в поле наших интересов. Затраты электрической энергии при такой обработке семян не превышают один киловатт на 300 кг исходного сырья. Время процесса с использованием электромагнитной энергии СВЧ в сравнении со временем традиционного процесса сокращается на 30-35 минут.

Следующей задачей исследования стало изучение возможности воздействия ЭМЭСВЧ для сохранения товарных свойств зерна. Известно, что на качество хлебобулочной и макаронной продукции оказывает сильное влияние не только композиционный состав исходного сырья, но и условия его хранения. Большой вред, как известно, наносят различные вредители зерна и зернопродуктов. По данным Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) ООН только вредные насекомые ежегодно уничтожают не менее (5-10) % мировых запасов зерновых культур. Вредители снижают всхожесть семян, ухудшают пищевые и пекарские качества, способствуют самосогреванию влажного зерна, переносят споры твердой головни. Загрязненное вредителями зерно запрещено использовать для продовольственных целей, если суммарная плотность загрязнения насекомыми и клещами превышает 15 экз/кг. [4,5].

В Украине ощущается существенное отсутствие элеваторов, а также недостаточная оперативно-технологическая подготовка зерна. В результате зерно загрязняется амбарным долгоносиком, большими и малыми мучными хрущачами, мукоедами, зерновыми точильщиками, амбарной молью и другими насекомыми. Для защиты зерна от вредителей применяют различные виды обработки, включающие тепловую обработку, проветривание, обработку ядохимикатами и слабой радиацией[4].

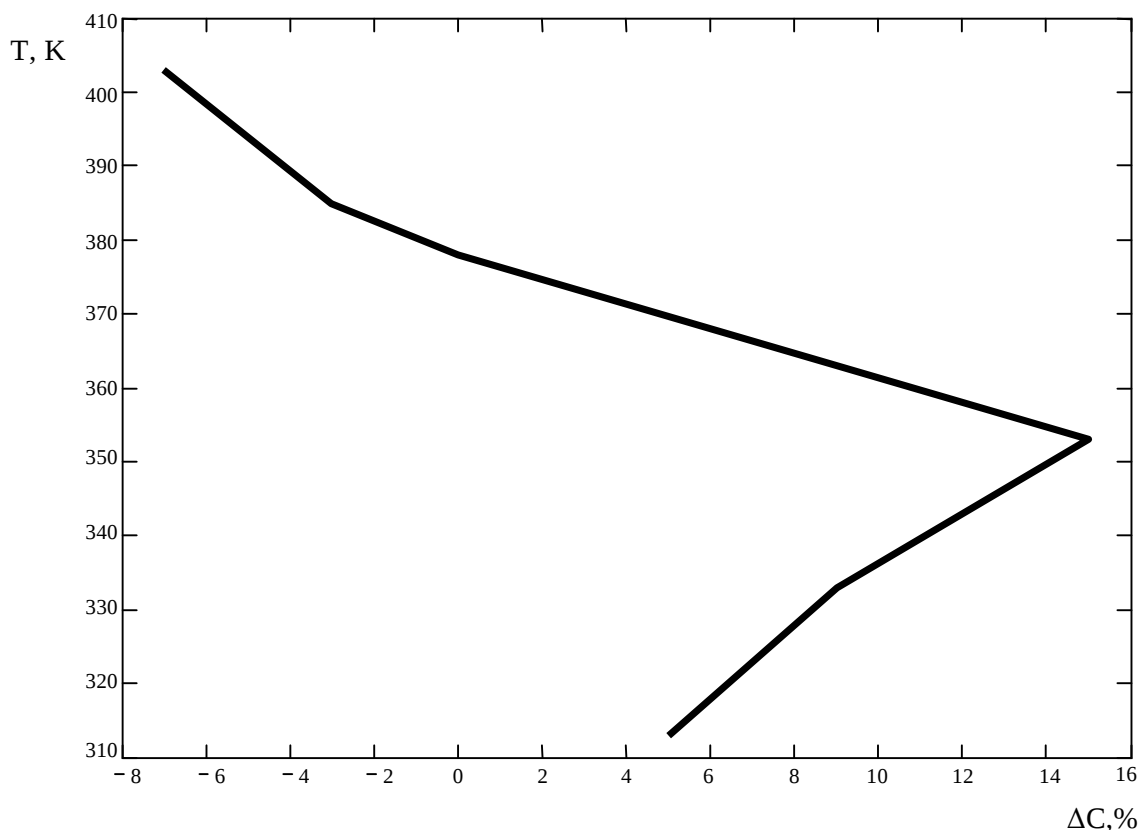


Рис. 1 – Залежність зміни інтенсивності відділення масла насіння соняшника та ріпса (ΔC, %) від температури (T, K)

Ефективність дії ядохімікатів, допустимих до застосування в харчовій промисловості, обмежується тим, що розвиток та живлення личинок комах часто відбувається не зовні, а всередині зернівки. Радіоактивне випромінювання негативно впливає на схожість. Використовувані методи визначення зараженості та ступеня пошкодження зернівки наведені в [6].

Початок розвитку амбарних шкідників зернівки можна відслідкувати за допомогою акустичних методів, оскільки процес руйнування зернівки супроводжується характерними шумами в діапазоні частот (0,5-5) кГц. Повний діапазон частот акустичних шумів комах становить набір від найнижчих значень до 10-12 кГц, тобто знаходиться в області звукових частот.

За інтенсивності шуму можна оцінити ступінь зараженості, а частотні діапазони дозволяють визначати види амбарних шкідників. Прилади та спосіб такого виявлення, а також оцінки ступеня зараженості описані в роботі [6].

До сих пор залишається актуальним питання про розробку таких способів захисту зернівки в елеваторах та сховищах, при яких застосування ядохімікатів можна скоротити до мінімальних концентрацій або повністю виключити. Крім того, захист від шкідників необхідний і при зберіганні продуктів переробки зернівки – борошки, круп, харчових концентратів тощо, харчові цінності яких різко зменшуються через забруднення їх трупами, шкурками від личинок та екскрементами комах.

Вплив електромагнітної енергії СВЧ діапазону на зернові культури та продукти з них гальмує розмноження шкідників, знищує личинки. Нещодавно існувало думка, що позитивний ефект впливу можливий лише при використанні інтенсивного випромінювання СВЧ діапазону. Однак високі потужності та тривалість впливу можуть призводити до додаткових енергетичних витрат. При великих потужностях випромінювання може зменшуватися схожість зернівки. Потужне СВЧ випромінювання погіршить умови праці персоналу, що вимагатиме додаткових витрат на вдосконалення засобів індивідуального захисту відповідно до стандартів безпеки праці [8].

В работе исследовалась возможность применения для указанных целей излучения малой мощности. В процессе исследования было установлено, что даже относительно малый уровень мощности позволяет сокращать популяцию вредителей зерна. При таком воздействии ЭМЭСВЧ взрослые особи теряют возможность воспроизводить жизнеспособное потомство частично или полностью. Использование излучения СВЧ с длиной волны (10-12) см и плотностью (280-300) Вт·кг/с снижает интенсивность развития вредителей на (50-70) % в зависимости от влажности зерна. Увеличение плотности излучения до 400 Вт·кг/с приводит к практически полному исключению воспроизводства вредителей.

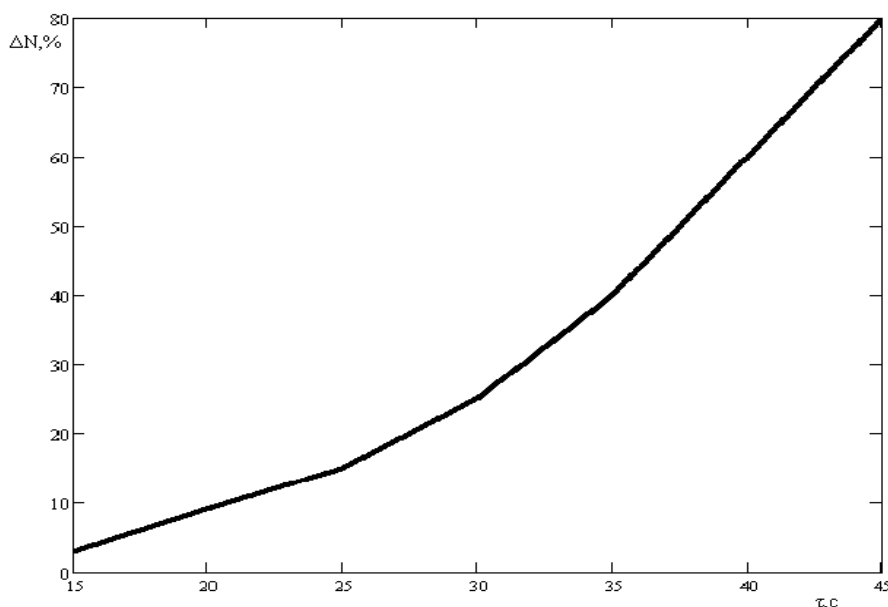


Рис. 2 – Уменьшение зараженности зерна жуками ΔN , % от времени воздействия ЭМЭСВЧ τ , с

На рис. 2 показана зависимость изменения зараженности зерна после его обработки ЭМЭСВЧ выбранного частотного диапазона и мощности.

Однако следует отметить, что даже более продолжительное время воздействия СВЧ излучения не обеспечивает 100 % уничтожение амбарных вредителей. Эта особенность сохраняет актуальность рассматриваемой темы для последующих исследований.

Развитие современной техники в области создания СВЧ генераторов позволяет создавать установки модульного типа на различную мощность. В связи с этим расширяются перспективы внедрения обеззараживания зерна на элеваторах и в других хранилищах под воздействием энергий СВЧ диапазона, что приведет к значительному сокращению применения ядохимикатов вплоть до их полного исключения.

Вступление Украины в ВТО и дальнейшее продвижение ее по пути евроинтеграции определяет задачу повышения качества отечественной зерновой продукции как одну из приоритетных. Замена ядохимикатов техникой СВЧ позволит сохранять экологически чистое зерно, улучшит пищевое качество хлебобулочных и макаронных изделий, повысит рыночную стоимость экспортируемого сырья и продуктов.

На базе ХНУРЭ намечен переход от экспериментальной базы к тиражированию модульных вариантов установок для ЭМЭСВЧ обработки пищевого зерна.

Выводы.

1. Сочетание традиционной термообработки до 60-65 °С подсолнечника и рапса с воздействием электромагнитной энергией СВЧ интенсифицирует процессы отделения масел в результате активации выделения пара и нагрева семян изнутри до 100 °С.

2. Обработка зерна электромагнитной энергией СВЧ с длиной волны 10-12 см и плотностью 280-300 Вт·кг/с снижает интенсивность развития насекомых вредителей на 50-70 % в зависимости от влажности, а плотностью 400 Вт·кг/с – приводит к практически полному подавлению воспроизводства насекомых. Такой способ борьбы с вредителями перспективен в плане сокращения применения ядохимикатов и сохранения экологической чистоты сырья.

Література

1. СВЧ-энергетика. Т.3. Применение энергии сверхвысоких частот в медицине, науке и технике / Под ред. Окресса Э. – М.: Мир, 1971. – 248 с.
2. Эллисон С. Микроволновая печь: 1000 рецептов. – М.: ООО „Издательство АСТ”: „Издательство Астрель”, 2004. – 414 с.
3. Кухтина Н.М. Активация изотопного обмена в поле СВЧ при получении дидейтерофосфата калия // Матеріали другої міжн. наук. – практ. конф. Розвиток наукових досліджень, 2006. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2006.- Т.5.- С. 72-74
4. Защита зерна от вредителей при хранении за рубежом. – М.: ВАСХНИЛ, 1980. – 80 с.
5. Салухіна Н.Г., Самойленко А.А., Ващенко В.В. Товарознавство зерноборошняних товарів. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 357 с.
6. Зерно. Методы определения зараженности и повреждения вредителями. – ГОСТ 13586. 4-83
7. Контар О.Я., Волевахін Г.М. Спосіб визначення зараженості зернових культур комахами-шкідниками і пристрій для його реалізації. Деклараційний патент на винахід 60509 А. Надрук. 15.10.2003. Бюл. № 10.
8. Гандзюк М.П., Желибо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці – К.: Каравела, 2004. – 408 с.

УДК 632.7:633.854.78 (477.41)

ОБґРУНТУВАННЯ ПРИЙОМІВ УПРАВЛІННЯ ШКІДЛИВИМИ ОРГАНІЗМАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ ПРОДУКЦІЇ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР

Ляшук Н.І., аспірантка

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Наведено результати досліджень заселення посівів соняшнику попелицями в Центральному Лісостепу України. Встановлено, що їх чисельність залежить від абіотичних і біотичних факторів. Узагальнені теоретичні матеріали щодо динаміки технологічних процесів в об'єктах досліджень.

Pests cause 24-45% of sunflowers' harvest losses annually. The most important pests are special and general phytofagous. Aphids are potential pests of sunflower. The population of this pests have increased significantly for the last years. The structure of entomological complex of sunflowers in Forest- Step in Ukraine was researched. It was studied the phrenology and life cycle of key insect pest, including aphids. Integrated pest management is taking very important place in the technology of growing of sunflower nowadays. The sunflowers integrated pest management which is based on preventive control in Forest- Step has been reevaluated. It was shown the importance of predators in regulation of aphids population. If ratio between predator pest as 25:1 it is not necessary to use chemical control.

Ключові слова: соняшник, попелиці, кокцинеліди, популяції.

Встановлено, що соняшник – одна з головних олійних культур, які вирощуються в Україні. Вміст масла в його насінні завдяки успіхам селекції суттєво зріс, а вироблена олія – висококалорійний харчовий продукт, який має хороші смакові властивості, широко використовується в харчовій промисловості. Вагова одиниця соняшникової олії за поживністю рівноцінна восьми аналогічним одиницям картоплі, чотирьом – хліба, двом – трьом одиницям цукру.

За останній час в усьому світі зацікавленість рослинними жирами як харчовими продуктами значно підвищилась. Це обумовлено тим, що за вмістом необхідних для людини речовин і їх біологічній активності рослинні олії переважають тваринні жири, включаючи вершкове масло.

Соняшникова олія містить в середньому приблизно 90 % насичених жирних кислот – ліноленової і олеїнової, а також 10 % насичених – пальмітинової і стеаринової.

Найбільшу цінність для організму людини представляють насичені кислоти, особливо лінолева, вміст якої в олії соняшнику складає більше 60 %. Це майже найвищий показник серед рослинних олій, не враховуючи олію грецького горіху, в якому її вміст біля 75 %.

В соняшниковій олії міститься вітамін Е (токоферол), який надає олії антиокислювальних властивостей. Чим вищий вміст цього вітаміну, тим стійкіша олія до прогіркання. В олії, одержаній з насіння су-

часних високоолійних гібридів соняшнику, в порівнянні з низькоолійними, більше лінолевої кислоти і вітаміну Е.

Соняшникова олія містить також ряд інших важливих для людини компонентів: фосфатидів і жиророзчинних вітамінів А, Д, К.

Фосфатиди – велика поживна цінність для людського організму, особливо молодого. Виокремленні з олій вищих сортів, вони використовуються в кондитерській промисловості.

Окремі партії соняшnikової олії використовуються для технічних цілей, а одержані з них фосфатиди – в якості кормових добавок в раціон тварин з ціллю підвищення їх продуктивності [2,6,8].

При переробці насіння на олію пресовим способом, в якості побічного продукту одержують макух, а екстракційним – шрот; вихід їх відповідно складає (33 і 35) % від маси переробленого насіння. Жмихи і шрот – цінні високобілкові корми для тварин. В шроті міститься: (32-35) % сирого протеїну, біля 1 % жиру (в жмисі – 5,-7 %), майже 20 % вуглеводів, (3-3,5) % фітину (фізіологічно активна речовина), (13-14) % пектину, вітаміни групи В, кальцій і фосфор. 1 кг шроту і жмиху містить відповідно 1,04 і 1,03 кормової одиниці, 0,332 і 0,257 кг перетравлюючого протеїну [2,7].

Висока кормова цінність шроту і жмиху із насіння соняшника обумовлена тим, що в їх білку виявлена велика кількість незамінних амінокислот – триптофан, метіонін, лізин і ін. Важливо відмітити, що при селекції на підвищення олійності насіння в них збільшується і вміст незамінних амінокислот.

Висока олійність насіння супроводжується підвищенням поживної цінності протеїну, який по складу незамінних амінокислот (за виключенням лізину) не поступається сої. Білок соняшника можна використовувати не тільки в тваринництві, але й для приготування харчових продуктів.

Таким чином, є всі основи розглядати соняшник як культуру, що дозволяє отримати масло і білок [2].

У 2003-2009 рр. при вирощуванні соняшника встановлена роль захисту посівів від спеціалізованих та багатодічних видів шкідливих комах. Щорічне відчутне пошкодження фітофагами соняшнику і втрати врожаю складали місцями до (24-45) %.

Відмічено, що до потенційних шкідників соняшнику відноситься і комплекс попелиць. Їх чисельність за останні роки порівняно висока, внаслідок чого вони завдають значної шкоди посівам соняшнику, і тим самим призводять як до втрат врожаю, так і формування неякісного насіння.

Найчастіше на соняшнику зустрічається геліхризова попелиця (*Brachycaudus heliychrisi* Kalt.). Вона поширена повсюдно. Самка безкрила, жовто-зелена, з добре помітним хвостиком. Зимують яйця в основі бруньок кісточкових дерев. Відродження личинок відбувається у березні. Крилаті мігранти з'являються у другому і наступних поколіннях. Первинний господар – кісточкові дерева, вторинний – соняшник. Перелетівши на вторинних господарів, відроджують личинок, які розмножуються партенокарпічно в кількох поколіннях. На соняшнику попелиці живляться квітками, верхівковими листками, з яких висмоктують сік. У вересні-жовтні серед попелиць з'являються крилаті самки і самці, які перелітають на кісточкові культури.

Шкодочинність попелиць при їх масовому розвитку дуже велика. Вони зумовлюють пожовтіння і зморщування листків [1,2,4].

Живлення попелиці на соняшнику викликає специфічний синдром скручування листків (СЛ), інтенсивність якого в кінцевому випадку визначає врожайність культури. Але правильному уявленню про масштаби ураження культури заважає суб'активність при оцінці самого процесу СЛ. На основі польових спостережень пропонується оцінювати СЛ за 5-бальною шкалою в залежності від числа деформованих листків і фази розвитку самої рослини. Оцінка проводиться тільки в період вегетації, тобто до появи бутонів. Відповідно в 5 градаціях виділено наступні рівні прояву симптому СЛ:

- СЛ відсутнє;
- є декілька скручених, але не деформованих листків;
- менше половини листків скручені і деформовані;
- більша частина листків скручені і деформовані;
- повне ураження листків в сукупності з їх приляганням до стебла рослини і появи фіолетових жиллок на нижній поверхні листа.

Запропонована шкала оцінки дозволяє точніше передбачити можливу шкоду від шкідника [2,3,4].

Із ентомофагів найбільше значення у зниженні чисельності попелиці мають кокцинеліди, хризопи, сірфіди, афідіди, хижі клопи [1,5].

Чисельність попелиць достовірно залежала від ентомофагів, зокрема розвитку і розмноження кокцинелід.

Метою наших досліджень було узагальнити теоретичні матеріали щодо динаміки технологічних процесів у об'єктах досліджень, а також обґрунтування прийомів управління шкідливими організмами при формуванні продукції технічних культур.

Методика досліджень. Виявляли шкідників оглядом певної кількості рослин у пробах або на облікових ділянках. На посівах соняшника оглядали 100 рослин: по 5 у 20 місцях або у двох суміжних рядках у 10 місцях [4].

Результати і їх обговорення. У 2006-2008 роках досліди проводились в ВП АДС НАУ та ВП «Великоснітинське» Фастівського району Київської області з використанням різних сортів та гібридів соняшнику.

Гібриди компанії «Піонер» характеризуються високим вмістом олії (47-50 %), потенціалом врожайності 8-9 балів, вони стійкі до полягання, осипання та відзначаються порівняно високою стійкістю до хвороб та шкідників.

При проведенні спостережень за ентомокомплексом шкідників в різні фази росту соняшника в 2006-2008 роках у Правобережному лісостепу України було встановлено, що найбільша якість насіння соняшника залежала від чисельності сисних шкідників, зокрема кількості попелиць на одну корзинку.

Дослідами, проведеними в 2006-2008 рр. встановлено, що чисельність семикрапкової корівки залежала від заселення соняшника попелицями. Значна чисельність кокцинелід дозволила знизити пестицидне навантаження посівів соняшника, так як співвідношення ентомофаг: попелиця було більше ніж 1:25, а при такому співвідношенні хімічні обробки проводити недоцільно. Це в свою чергу дозволяє отримати екологічно чисту продукцію для потреб харчової промисловості.

Висновки

Проведені досліди встановили, що чисельність кокцинелід залежить від заселення соняшника попелицями. Піки їх чисельності синхронізовані. Хижак здатен контролювати сезонне поширення попелиці. За характером трьохмірного просторового розмноження семикрапкова корівка і попелиці мають сильну кореляційну залежність (економічний поріг шкідливості попелиці – 20 % заселених нею рослин, 40-50 екз. на рослину), а за співвідношення ентомофаг: попелиця 1:25, то хімічні обробки не проводяться.

Визначені параметри життєвих циклів корівок, що живляться попелицями. Колонії кокцинелід значно менші за розміром їх у попелиць. Попелиці проявляють специфічну тенденцію до ущільнення і формують більш компактні колонії, ніж кокцинеліди. З іншого боку, колонії попелиць розподілені в просторі випадковим чином, а колонії кокцинелід – більш агресивно.

Нами встановлена висока (68 %) ефективність корисних видів в регулюванні чисельності фітофагів на основних етапах формування урожаю, що дозволяє отримувати екологічно чисту продукцію урожаю, кормів і олії.

Таким чином, найбільша чисельність попелиць помічена в червні місяці у фазі найбільш інтенсивного росту соняшника.

Література

1. Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильєв В.П. та ін., за ред. Лісового М.П. Довідник із захисту рослин. - К.; Урожай, 1999.-744с. Урожай, 1999.-744с.
2. Борисоник З.Б., Ткалич І.Д., Науменко А.І., Гречко І.В., Ніколов І.С. Соняшник. Київ „Урожай”; - 1981 р.-176с.
3. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3-х т./ Под ред. В.П. Васильева.- К.: Урожай, 1987–1989.-Т.3. Методы и средства борьбы с вредителями, системы мероприятий по защите растений.-1989.-С. 215 – 217.
4. Доля М.М., Покозій Й.Т. та ін. Фітосанітарний моніторинг. Київ, 2004р.-292 с.
5. Лаптиев А.Б. Последовательный метод анализа численности тлей на подсолнечнике. // Вестник защиты растений.-2000.-№1.-с.107-108.
6. Badenhausser Isabella, Lerin Jaques, Ronssin Sylvie. Шкала оценки скручивания листьев подсолнечника, вызываемое тлей *Brachycaudus helichrysi*. // CETIOM.-1988.-№105.-с.9-14.
7. Hariot Jean. Тли на подсолнечнике. Какова стратегия? // Phytoma.-1990.-№417.-с.29-30.
8. Jeterme Philippe. Вредоносность тлей и других вредителей подсолнечника. // Phytoma.-1989.-1982.-№410.-с.27-29.

НОВЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Бабич М.Б., канд. техн. наук, НВО «Агро-симо-машбуд», м. Одеса,

Петров В.М., канд. техн. наук, доцент, ОНАХТ, м. Одеса

Проаналізовано існуюче устаткування круп'яної й харчокоцентратної промисловостей й відзначені їх недоліки. Розглянуто нове обладнання, яке випускає НВО "Агро-симо-машбуд", можливості й конструктивні особливості його устаткування дозволяє зробити комплексну гідротермічну обробку сировини, операції лушіння, шліфування, полірування, плющення й сушіння.

Впровадження нового технологічного обладнання дозволяє значно краще використати сировинні ресурси й підвищити якість продукції, що випускається.

The existing equipment grain and food-concentrates the industries is analysed and its lacks are noted. The new equipment let out SPA "Agro-simo-mashbud", its possibilities and design features is considered. The let out equipment allows to make complex hydrothermal processing of raw materials, operation of a peeling, grinding, polishing, flaking and drying.

Introduction of the new process equipment allows to use much better a source of raw materials and to raise quality of let out production.

Ключеві слова: технологічне обладнання, плющильний верстат, вальцедековий верстат, луцильно-шліфувальна машина.

Одним з напрямків діяльності НВО «Агро-симо-машбуд» є вдосконалювання технологічного устаткування, яке використовують у виробництві круп, що не вимагають варки, пластівців, толокна, сухих сніданків та інших харчових концентратів.

Для реалізації технологічних проектів розроблені та ефективно експлуатуються наступні технологічні машини: мийні, шнекові мийки, бункерні підігрівники зерна, пропарювачі періодичної та безперервної дії ПЗ-1 і ПЗ-2 різних модифікацій, парові секційні сушарки типу ВР, вальцедекові верстати для лушіння гречки та проса СГР-400 і СГР-600, відцентрові лушители вівса ШО-3, варильні апарати для крупи ПЗ-3, аеровібраційні сушарки пластівців та круп АВС-1, плющильні верстати, турбосепаратори та багато чого іншого.

Найважливішим конструктивним елементом пропарювачів є конструкція внутрішньої парової гребірки, що дозволяє рівномірно по всьому внутрішньому об'єму пропарювача, заповненого зерном, розподілити пару, що підводиться. А це, у свою чергу, забезпечує рівномірне пропарювання всієї зернової маси та забезпечення гарного товарного виду крупи. Для гречаної крупи – це вирівняні кольори й відсутність різних відтінків. У нових конструкціях пропарювачів фактично відсутні горизонтальні ділянки парових гребінок, тому виключаються повторні пропарювання частини зерна, які приводили до значного їхнього потемніння й різкого виділення за кольором у масі крупи. За рахунок використання нових пневмозасувок вирішено питання герметизації й автоматичного управління скидання конденсату, що утворився при пропарюванні, він виключає скупчення конденсату в конусній нижній частині пропарювача, варіння зерна гречки й наступне вилучення конденсату в парову сушарку. Вилучення конденсату погіршувало сам процес сушіння й рівномірність висушування зерна. Керування процесом пропарювання зерна здійснюється від пульта автоматичного керування, виготовленого з використанням мікропроцесора.

Після пропарювання виконується технологічна операція сушіння. Вироблені нами парові сушарки типу ВР (для рівномірності висушування зерна й збільшення їхньої продуктивності) ми переводимо на комбінований конвективно-кондуктивний спосіб сушіння. Крім цього принципово модернізований вузол вивантаження. У старій конструкції оператору сушіння періодично доводилося відкривати випускні засувки для проходу зліпленого зерна. Часткове злипання – природний неминучий процес при пропарюванні й сушінні за рахунок виділення із квіткових оболонок органічних смол. Такі грудки порушували процес рівномірного витікання й, природно, приводили до нерівномірності сушіння зерна.

Ми встановили у вивантажному пристрої валець, що розбиває грудки та дозує і одночасно забезпечує рівномірне вивантаження по всій довжині сушарки. За бажанням замовників можлива комплектація дозуючого вальця індивідуальним приводом із частотним перетворювачем, а вивантажуючий пристрій приладом виміру вологості в потоці. Така комплектація дозволяє перевести сушарку ВР так само як і пропарювач в автоматичний режим роботи. Залежно від вологості зерна на виході із сушарки змінюються обороти дозуючого валика, тим самим збільшуючи або зменшуючи продуктивність сушарки.

Останнім часом розроблений ряд конструкцій нових машин, а також і гама плющильних верстатів.

Плющильний верстат ПС-600 – пристрій для плющення зерна або круп злакових культур з горизонтальним розташуванням вальців. Верстат складається з рами, вальців у зборі, механізмів настроювання робочого зазору, гідроциліндрів, кожуха, живильника, механізмів очищення вальців, приводів вальців, гідравлічного агрегату, пульта керування, пристроїв охолодження вальців, пристроїв, що виводять готову продукцію, пристроїв відбору проб, огорожень пасових передач і розпушувача.

У розробленій конструкції вдосконалений механізм привалу вальця, що дозволило значно знизити загальну масу верстата, і поліпшити умови обслуговування.

На рамі закріплений у своїх підшипниках нерухомий валець, також на рамі шарнірно встановлений валець рухливий. Слід зазначити, що діаметр вальців становить 600 мм і це сприяє одержанню високоякісного вихідного продукту. Поліпшуються умови деформування часток, збільшується час процесу плющення, що позначається на коефіцієнті відновлення продукту. При такому діаметрі оптимізовані інші параметри процесу плющення. Конструктивно поліпшені крайові зони вальців.



Рис. 1 – Загальний вигляд плющильного верстата ПС-600

Для поліпшення точності установки вальців, їхні цапфи виконані конічними з можливістю гідравлічного знімання підшипників. Застосування високоякісних підшипників і динамічного балансування вальців також сприяють витримуванию робочого міжвальцьового зазору. Особлива увага звернена на довговічність роботи поверхні вальців. Вальці виконані методом двошарового відцентрового лиття, при цьому, робочий шар – зі спеціального чавуну з рівномірною твердістю. Корпуса підшипників рухливого й нерухомого вальців попарно з'єднані гідроциліндрами з механізмами грубого настроювання на паралельність. На корпусах підшипників нерухомого вальця встановлені механізми точного настроювання робочого зазору. Для очищення нерухомого вальця на рамі встановлений ніж, з можливістю регулювання зазору між лезом ножа й поверхнею бочки вальця. Рухливий валець очищається ножом, закріпленим (з можливістю регулювання) на корпусах підшипників цього вальця. Вальці й механізми їхнього очищення (ножі) закріплені кожухом, закріпленим на рамі. Над вальцями на кожусі встановлений живильник, що має індивідуальний привід з можливістю плавного регулювання частоти обертання від 20 до 80 оборотів.

Живильник складається з валика із секторною заслінкою. Для доступу усередину живильника попереду передбачені лючки. Полегшено демонтаж живильного пристрою у зв'язку із застосуванням модульного приводу. У нижній частині бункера живильника встановлений датчик рівня сипучого матеріалу, що виключає привід живильника, при відсутності продукту. З метою виключення розкидання продукту від живильного валика до робочої зони плющильних вальців встановлена напрямна лійка, що орієнтує й розподіляє продукт у процесі його введення в робочу зону.

Вальці плющильного верстата приводяться в обертотий рух, індивідуально від електродвигунів через клиноремінні передачі. З метою одержання більш якісних пластівців, один з електродвигунів має можливість знижувати свою частоту обертання. Ці електродвигуни можуть бути розташовані на рамі плющильного верстата або на індивідуальних фундаментах. У рамі встановлений пристрій, що збирає та виводить продукт.

Гідравлічний агрегат складається із плити, на якій встановлений електродвигун, насос із усмоктувальним фільтром і ємкість для мастила. Керуюча частина гідросистеми складається із трьох клапанів для регулювання тиску, що встановлені на спеціальній гідравлічній плиті. На ємкості для масла змонтований заливний фільтр із щупом для виміру рівня масла й пробка для зливу масла. На виході з гідросистеми в канал подачі масла через вентиль підключений манометр.

Для рівномірного охолодження вальців, через їхню внутрішню порожнину протікає холодна вода. Для цього з однієї з торцевих сторін вальців приєднано пристрої охолодження, що забезпечують подачу води протитоком.

Аспірація плющильного верстата здійснюється шляхом приєднання його до загальнозаводської аспіраційної мережі. Для цього у верхній частині кожуха встановлений перехідний патрубок діаметром 140 мм, кількість повітря, що відбирається – 900 м³/годину.

Запуск і зупинку плющильного верстата здійснюють з пульта керування. Плющильний верстат може працювати в ручному й автоматичному режимах.

Продукт, що подається живильником, плющиться під впливом обертових бочок вальців. При обертанні вальців назустріч один одному відбувається захоплення та розплющування продукту в тонкі пластівці, які виходять знизу верстата самопливом. Ножові пристрої забезпечують ефективне знімання продукту, що налипає на бочки вальців.

При незадовільній товщині одержуваних пластівців для зміни величини робочого зазору між валками за допомогою гвинтових механізмів повертають ексцентрики, які змінюють положення рухливого вальця. Відліковий механізм дозволяє (з точністю до 0,015 мм) установлювати робочий міжвальцьовий зазор з кожної зі сторін вальця.

При проектуванні плющильного верстата виконані різні види розрахунків з метою оптимізації конструктивних рішень.

Розрахунки показують, що прогин у середньому перетині серійного вальця при максимальному навантаженні в 300000 Н становить 0,315 мм. Розроблена конструкція вальця виконана більш твердо, а розрахунковий прогин в 3,5 рази менше, ніж у працюючих в промисловості вальцях.

З огляду на те, що обертові вальці можуть при поперечних коливаннях увійти в резонанс через прогин, визначили цю область.

Критична швидкість обертання вальця

$$n_{кр} = 300 \cdot \sqrt{1/f} \quad (1)$$

Перше критичне число обертів у новій конструкції вальців зросло в два рази, що значно відсуває область входження в резонанс.

При плющенні зерна й крупи злакових культур відбувається значне переформування продукту, у зв'язку із чим виділяється дуже велика кількість теплової енергії. Як правило, вальці охолоджують проточною водою. Кількість води, споживаної для процесу охолодження, можна обчислити за допомогою рівняння теплового балансу.

Тепловий баланс для плющильного верстата можна записати так:

$$G_n C_n t_{n1} + G_v C_v t_{v1} + Q_{пл} = G_n C_n t_{n2} + G_v C_v t_{v2} + Q_{пр}, \quad (2)$$

де G_n – кількість продукту, що подається в плющильний верстат;

G_v – кількість води, що подається у валець;

C_n, C_v – питомі теплоємності продукту й води;

t_{n1}, t_{n2} – температура продукту на вході й на виході із плющильного верстата;

t_{v1}, t_{v2} – температура води на вході й на виході з вальця;

$Q_{пл}$ – кількість теплоти, що виділяється при деформуванні продукту;

$Q_{пр}$ – кількість теплоти, розсіяної в просторі.

Тому формулу кількості теплоти, що відбирає вода, можна записати

$$G_v C_v \cdot (t_{v2} - t_{v1}) = G_n C_n \cdot (t_{n2} - t_{n1}) + Q_{пр} - Q_{пл} \quad (3)$$

Різниця температур, звичайно, задається $(t_{v2} - t_{v1}) = (5 - 7) ^\circ\text{C}$. Кількість теплоти, що виділяється при здрибнюванні, дорівнює середній потужності споживаної парою вальців.

Проведені розрахунки показали, що для охолодження вальців і вихідного продукту необхідно (0,3-0,4) м³ холодної води в годину. Конструкцією внутрішньої частини вальців забезпечується більш правильний розподіл і плин холодної води. Крім цього порожнини двох вальців підключені протитоком, що створює рівномірну температуру робочої зони по довжині валка.

Експериментальний зразок плющильного верстата проробив рік у складі універсальної лінії по виробництву зернових пластівців і пластиків, що не вимагають варки. Якість пластівців покращилася, на пластівцях відсутні надриви на краях, товщину пластівців можна регулювати й значно зменшити на вимогу споживача. Відсутність міжвальцьової передачі поліпшила санітарно-гігієнічні умови, крім цього конструкції верстата виконані з нержавіючої сталі. Відсутнє протікання мастильних матеріалів, відсутній підвищений шум і вібрація, які були при роботі зубчастої передачі. У результаті експлуатації виявлено, що

система керування пліщильним верстатом дозволяє більш оперативно й ефективно управляти параметрами процесу пліщення.

Розроблений також пліщильний верстат ПС-400 спрощеної конструкції. У конструкції вдосконалений механізм настроювання робочого зазору між вальцями, що дозволило відмовитися від гідравлічного приводу й значно знизити собівартість верстата, поліпшивши умови обслуговування.

Верстат складається з рами, вальців у зборі, механізмів настроювання робочого зазору, кожуха, живильника, механізмів очищення вальців, приводів вальців, пульта керування, пристроїв охолодження вальців, пристроїв, що виводять готову продукцію, огорожень пасових передач.

На рамі закріплений у своїх підшипниках нерухомий валок, також шарнірно встановлений валець рухливий. Слід зазначити, що діаметр вальців становить 400 мм. Особлива увага звернена на ремонтпридатність. Для цього, як вказувалося раніше, корінні підшипники встановлено на конусні цапфи, що дозволяє знімати їх гідропресом. Крім цього корпуси підшипників зроблені роз'ємні, що істотно знижує час на демонтаж підшипників і всього вальця.

Як і в попередній конструкції робочий зазор між вальцями регулюється за допомогою гвинтових механізмів, які повертають ексцентрики і змінюють положення рухливого вальця. Відлікові механізми дозволяють установлювати робочий міжвальцевий зазор з кожної зі сторін вальця, що сприяє настроюванню на паралельність.

Від правильної організації процесів луцення зерна багато в чому залежить якість і вихід готової продукції.

Сьогодні освоєна й пропонується вся номенклатура луцильно-шліфувальних машин. Насамперед, це модернізовані вальцедеккові верстати СГР-600 і СГР-400 з діаметром абразивного вальця рівним 600 мм. У цих верстатах модернізований вузол подачі продукту. Змінено конструкцію дозуючого вальця. Крім цього на нього встановлений індивідуальний привід із частотним перетворювачем. Вузол керування приводом живильного вальця зблокований із двигуном приводу луцильного абразивного валка та з імпульсними датчиками положення продукту в завантажувальному патрубку вальцедеккового верстата. Таким чином, залежно від заповнення зерном завантажувальної склянки або струменевого навантаження на привід луцильного вальця змінюється частота оборотів живильного валика, що дозволяє регулювати продуктивність. Це є дуже важливим з двох причин. Наприклад, при коливаннях фракційного складу, який надходить на переробку гречки протягом зміни, а у виробництві це буває дуже часто, навантаження на вальцедеккові верстати різних фракцій змінюється. Розроблена нами система керування верстатом дозволяє підбудовувати продуктивність верстата під поточний фракційний склад зерна гречки. Другим важливим моментом є те, що вальцедеккові верстати хвостових фракцій, як правило, недовантажені й працюють безперервно. При роботі безперервно коефіцієнти луцення 4-й, 5-й і 6-й фракцій становлять відповідно 37, 30, 26 %. Однак, коли в роботу включаються імпульсні датчики, установлені в завантажувальному бункері вальцедеккового верстата, і включають живильний валець тільки при певній завантаженні бункера, що забезпечує відповідну подачу продукту, коефіцієнти луцення хвостових фракцій збільшуються відповідно 6-й – до 50 %, 5-й – до 55 % і 4-й – до 58 %. І найголовне, що, маючи таку систему керування, вальцедеккові верстати разом із блоками ГТО можна інтегрувати в повноцінну автоматичну систему керування крупозаводом. Вальцедеккові верстати СГР-400 і СГР-600 використовують для луцення таких культур, як гречка й просо (рис. 2).



Рис. 2 – Загальний вигляд вальцедеккового верстата СГР-600

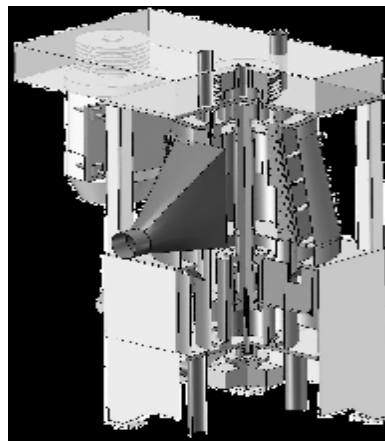


Рис. 3 – Зовнішній вигляд луцильно-шліфувальної машини ШШМ-500

Експлуатовані сьогодні лушильно-шліфувальні машини для ячменя й пшениці А1-ЗШН-З, ТКОНОС 3.1 (PROCOP, Чехія), DSRD (BUHLER) мають ряд недоліків. Одним з недоліків даних машин є неефективний відбір з робочої зони оболонок, які створюють прошарок на робочому ситі, що значно знижує ефективність лушення. На продуктивності машин і ефективності процесу лушення позначається недостатнє використання поверхні абразивних кіл. Крім цього значні втрати виробничого часу відбуваються при заміні абразивних кіл, для цього необхідно розбирати половину машини. З огляду на дані недоліки, нами розроблена й виготовляється нова лушильно-шліфувальна машина (рис. 3).

У даній машині (за аналогією з вальцедековим верстатом) використаний абразивний барабан, що виготовляється шляхом заливання абразивної маси, який складається із зерен корунду й магnezіальної зв'язки – каустичного магнезиту й хлористого магнезю.

Абразивний барабан має конусну форму й кріпиться на робочому валу за допомогою швидкознімного конусного з'єднання. Навколо конусного барабана встановлені три розбірні частини конусного сита, до яких закріплені три регульовальні гальмові планки. За рахунок шпичевого з'єднання абразивний конусний барабан за допомогою незалежного черв'ячного приводу може вертикально переміщатися по приводному валу, регулюючи в такий спосіб робочий зазор між абразивним барабаном і ситом. На виході з машини встановлений регульовальний клапан, зблокований із приводом абразивного барабана й регулюючий підпір продукту залежно від струмового навантаження на привід.

Для організації ефективного видалення оболонок у внутрішню порожнину абразивного барабана нагнітається потік повітря, що прохолоджує робочу поверхню барабана, продуває робочу зону оброблюваного продукту й несе через ситову поверхню зняті оболонки. Таким чином, нова конструкція лушильно-шліфувальної машини має чотири параметри для керування ефективністю лушення проти одного в старій конструкції машини. Це регульований зазор між абразивним барабаном і ситом, керований зазор між гальмовими планками й барабаном, регульований підпір продукту на виході й регульовані швидкості продукції робочої зони потоком повітря при лушенні.

Для лушення вівса використовується модернізований відцентровий лушитель. Його основною відмінністю є наявність швидкообертаючої деки, а також активне підключення спрямованих струменів повітря.

Дані зміни дозволяють збільшити коефіцієнти лушення вівса на 6-10 %, а також істотно знизити кількість дробленого вівса. Дана обставина, особливо актуальна, з огляду на той факт, що в країнах СНД за останні 5 років фактично відсутнє продовольче зерно вівса, як правило, доводиться працювати на фуражному зерні натурою нижче 520 кг/м³.

Таким чином, використовуючи нові технології й устаткування, сьогодні комплектно «під ключ» пропонується вся гама крупозаводів:

- гречепросозаводи продуктивністю від 36 до 220 т/добу зерна;
- вівсезаводи з лінією пластівців «Геркулес» продуктивністю від 36 до 280 т/добу зерна;
- універсальні крупозаводи для переробки за взаємозамінною схемою гороху, ячменя, пшениці й кукурудзи продуктивністю від 55 до 150 т/добу зерна;
- кукурудзяні крупозаводи по виробництву крупи для кукурудзяних паличок і кукурудзяних пластівців продуктивністю від 36 до 140 т/добу зерна;
- рисозаводи продуктивністю від 80 до 180 т/добу зерна;
- модульні гречепросозаводи продуктивністю до 20 т/добу зерна;
- модульні універсальні крупозаводи (пшениця, ячмінь, горох) продуктивністю до 20 т/добу зерна;
- модульні вівсезаводи з лінією пластівців "Геркулес" і НТВ (не потребуючих варки) продуктивністю до 20 т/добу.

УДК 664.696

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КРУП'ЯНОГО ЗЕРНА

Бабич М.Б., канд. техн. наук, НВО «Агро-симо-машбуд», м. Одеса,
Петров В.М., канд. техн. наук, доцент, ОНАПТ, м. Одеса

У статті розглянуті завдання при ГТО зерна круп'яних культур. Розглянуто схему технологічного процесу запропоновану для виробництва з устаткуванням, що випускають заводи в Україні. У статті викладаються технологічні параметри, які рекомендуються для ведення ГТО.

In article to consider problems at hydrothermal processing of cereal grain. The scheme of technological process offered for manufacture with the equipment which is let out by Ukraine plants is considered. In article technological parameters which are stated recommended for conducting at hydrothermal processing of cereal grain.

Ключеві слова: гідротермічна обробка зерна, злакові культури, рис.

Проектування підприємств круп'яної промисловості, яке здійснюється в НВО «Агро-симо-машбуд» вимагає знань традиційних технологічних процесів переробки зернових культур у крупу, а також глибокого вивчення нетрадиційних технологічних операцій при виробленні деяких видів продукції. Одним з основних комплексних процесів є гідротермічна обробка зерна (ГТО). Завданнями ГТО в круп'яному виробництві є зміни вхідних технологічних властивостей зерна в заданому напрямку й стабілізація їх на оптимальному рівні, що потрібно при подальшій переробці зерна, при зберіганні готових продуктів і кулінарній обробці для вживання в їжу.

Операції ГТО зерна декілька, їхнє сполучення залежить від зерна переробленої культури, технології, що застосовується та устаткування. Основними є: зволоження, замочування, пропарювання, відволожування, сушіння та охолодження; які умовно можна розділити на тверді й м'які.

У круп'яному виробництві в наступний час застосовують в основному тверді методи ГТО [1], що дозволяє інтенсивно використовувати устаткування та досягати бажаного технологічного результату при високій продуктивності. Проведення комплексного ГТО дозволяє вирішити кілька завдань:

- змінити механічні властивості квіткових оболонок, що дозволяє більш ефективно здійснити операцію лущення;
- змінити механічні властивості ядра, необхідні для збільшення його міцності;
- здійснити міграцію речовин з периферичних частин зерна в глибину ядра, що збільшує кількість корисних речовин у внутрішніх частинах зерна, які залишаються після лущення, шліфування та полірування;
- здійснити хімічні зміни у внутрішніх частинах зерна, що веде до зміни крохмалю та денатурації білків;
- змінити технологічні властивості для подальшої кулінарної обробки, що веде до менших втрат крохмалю при варінні, а також до розсипчастості зварених каш, зерна не злипаються.

Наступні технологічні операції на крупозаводах після очищення від домішок, пов'язані з механічним навантаженням зерна, іноді з додатком значних зусиль, що приводить до руйнування зерна – збільшенню битого зерна і як наслідок до зниження якості виробленого продукту. Тому одним із завдань ГТО є збільшення міцності ядра зерна, що сприяє збереженню його в цілості при технологічних операціях (лущенні, шліфуванні, поліруванні), так і при транспортуванні й кулінарній обробці. У той же час необхідно послабити зв'язок між квітковою оболонкою і ядром, що дозволить при лущенні, знизити зусилля, прикладені до зерна, і зменшити кількість битого зерна. Після зволоження, відволожування (значно меншого за часом, чим при відволожуванні в борошномельному виробництві) і наступного підсушування оболонки стають менш вологими, за рахунок випару вологи і її міграції вглиб зерна. Це приводить до ослаблення зв'язків між квітковими оболонками та наступними шарами, зміни механічних властивостей квіткових оболонок. Квіткові оболонки стають більш крихкими (особливо плівкових культур), через втрату зв'язку з іншими шарами частково скручуються, тому досить малих дотичних зусиль для їхнього відділення від ядра.

Через нерівномірний розподіл вологи в зерні ендосперм залишається більш сухим, що приводить до збільшення механічних напруг і появи мікро- і макротріщин. Наприклад кондиціонування при виробництві саке роблять протягом 3 – 4 тижнів. Такий стан ядра, якщо не вживати додаткових зусиль для його зміцнення, приводить до збільшення битого зерна. Пропарювання зерна, особливо в закритих посудинах, коли можливо значно підвищити та підтримувати тиск пари, приводить до інтенсивного проникнення вологи в капіляри, мікро- і макротріщини. Такі умови сприяють проходженню клейстеризації крохмалю, що у злакових культур відбувається при температурі від 60 до 80 °C і це приводить до склеювання внутрішньої тріщинуватості в ядрах. Так зерна пропареного рису набувають бурштиново-жовтий відтінок і стають напівпрозорими.

Крім цього збільшується кількість водорозчинних речовин. Коагуляція білкових речовин здійснюється при (70 – 75) °C.

Одне із завдань є поліпшення споживчих властивостей кінцевих продуктів за рахунок процесів міграції речовин периферійних частин зерна до внутрішніх, які інтенсифікуються при пропарюванні під тиском. Міграція цих речовин зберігає більш природний смак і аромат ядра. Наприклад, для рису така міграція сприяє збереженню 80 % корисних речовин, що втрачаються при подальшій механічній обробці разом з оболонковими частинами. Процес висушування зерна після пропарювання дозволяє завершити декстринізацію крохмалю, що сприяє одержанню більш міцного зерна.

Крім цього після ГТО поліпшується засвоєння їжі, відбувається зміна кольорів і кулінарних властивостей круп.

Для машинного забезпечення даного технологічного ланцюжка розроблений ряд машин і апаратів, що дозволяє швидко та ефективно проектувати необхідні крупощехи й крупозаводи, а також комплектувати їх надійним вітчизняним устаткуванням. Як приклад розглянемо переробку рису (рис. 1).

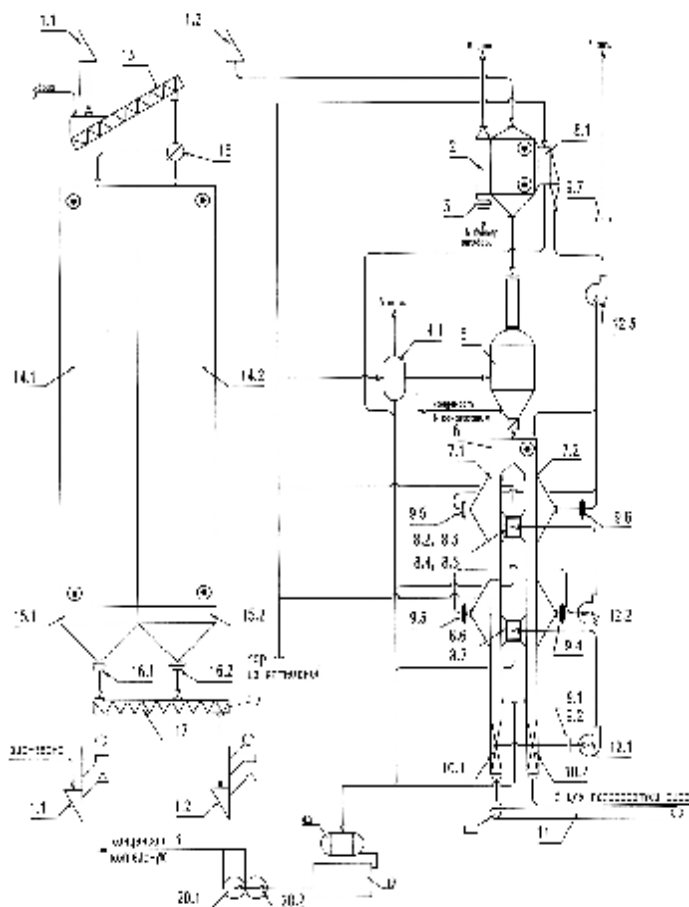


Рис. 1 – Ділянка технологічної схеми гідротермічної обробки рису

Відповідно до технологічної схеми обробки рису-сирцю, зерно із зернохранилища норією (поз. 1.1) подається на зволожувач зерна (поз. 13), де зволожується до вологості (22 – 28) %. Ступінь зволоження в першу чергу залежить від сорту та тріщинуватості рису-сирцю. Після зволожувача через дільник (поз. 18) зерно надходить у бункери для відволоження (поз. 14.1 і 14.2). У бункерах відбувається процес перерозподілу вологи, у результаті чого відбувається набрякання полімерів ядра й з'єднання тріщин. Подальша теплова обробка приводить до «склеювання» тріщин внаслідок клейстеризації крохмалю. Для забезпечення нормального вивантаження зерна в нижній частині бункерів установлені віброднища (поз. 15.1 і 15.2). Через рейкові засувки (поз. 16.1 і 16.2) рис-сирець гвинтовим конвеєром поз. 17 подається в норію (поз. 1.2) і далі в бункер попереднього підігріву зерна (поз. 2). Усередині бункера встановлені коробки, що підводять і відводять агент сушіння, а наприкінці шахти, по всій її висоті, перебуває розвантажувальна камера для виводу легкокавових відходів. Агент сушіння в пристрій нагнітається вентилятором (поз. 12.3), який відсмоктує з парових сушарок по висоті шахти суміш парів вологи та повітря для додаткового підігріву до температури (90-100) °С нагнітається в парові калорифери (поз. 8.2-8.7). Пару в калорифері подають від центральної магістралі паропроводу, а конденсат, що відпрацював, через ресивер (поз. 4.2) і конденсацийний бак (поз. 19) повертають у котельню. Агент сушіння із зазначеними параметрами нагнітається вентилятором (поз. 12.3) у пристрій через підведені коробки, це забезпечує його рівномірний розподіл по об'єму шахти й нагрівання зерна, за рахунок чого відбувається підігрів зерна до температури 45 °С. Попередньо підігріте зерно завантажують у пропарювач, де роблять пропарювання при тиску пари (0,1-0,2) МПа протягом (3-5) хв. Попередній підігрів зерна інтенсифікує процес пропарювання й приводить до прискорення набору заданого тиску пари й зниження на цю операцію витрати пари на (12-18) %. Режим пропарювання встановлюють залежно від вологості зерна, чим вища вологість зерна,

тим менше значення параметрів пропарювання. Установлено закономірність, що з підвищенням тиску пари поліпшуються не тільки технологічні властивості зерна, але й споживчі властивості крупи. Тиск пари й експозиція пропарювання є взаємозамінними параметрами по ефективності впливу на зерно в співвідношенні 1:3.

Одним з небажаних моментів є можливість подачі в пропарювач із котельні перенасиченої водяної пари, що приведе до перезволоження й погіршення не тільки технологічних властивостей зерна, порушенню ведення технологічного процесу, але й підвищення енергетичних витрат на сушіння. Для усунення цього недоліку пропонується використати перед подачею в пропарювач насиченої водяної пари спеціальну буферну посудину очищення пари (поз. 4.1), проходячи через яку пара очищається від надлишку краплинної вологи.

Після пропарювання зерна відроблену із пропарювача безперервної дії пароконденсатну суміш, скидають у каналізацію та виключають викид пари у виробниче приміщення або атмосферу.

Пропарене зерно із пропарювача надходить у надсушильний бункер. У надсушильному бункері (поз. 6) відбувається нетривале відволожування зерна. У процесі відволожування завершуються перетворення, початі при пропарюванні, при цьому волога продовжує надходити в ядро, протікають фізико-хімічні процеси. Оскільки із пропарювача виходить нагріте й вологе зерно, то його треба відволожувати у бункері, що має теплоізоляовані стінки й днище. Тому що інтенсивний випар вологи з гарячого та вологого зерна викличе значну конденсацію вологи на стінках бункера, що створить труднощі у витіканні з нього зерна.

Сушіння зерна є важливою стадією ГТО. У парових сушарках (поз. 7.1 і 7.2) зерно нагрівається, волога, що випарувалася, несеться з агентом сушіння, що пронизує зерно. У сушарці зерно рухається щільним шаром, і сушіння здійснюється комбінованим кондуктивно-конвективним способом: від контакту зерна з тепловими трубами, у яких циркулює пара під тиском (0,3-0,4) МПа, і від агента сушіння, який нагнітається вентиляторами (поз. 12.1 і 12.2). Вентилятор (поз. 12.1) відсмоктує тепле повітря з охолоджувальних стовпчиків (поз. 10.1 і 10.2) і нагнітає в калорифери (поз. 8.6 і 8.7) для додаткового підігріву до температури (90-100) °С. Вентилятор (поз. 12.2) відсмоктує гаряче повітря від секцій парових сушарок і через калорифери (поз. 8.2-8.5) нагнітає у верхні секції при температурі (100-120) °С.

Підведена конвективним шляхом теплота витрачається не тільки на випар вологи, але й на підігрів її до температури випару, перегрів пари, що утвориться, і нагрівання самого зерна. Водяні пари, що утворюються, поглинаються повітрям і виводяться із сушильних шахт. Нагріте повітря, таким чином, виконує функції не тільки теплоносія, але й вологопоглинача, тому він є агентом сушіння. При використанні відомих сушарок, наприклад, ВР-10-49М використовується кондуктивний спосіб сушіння, де теплота передається зерну від нагрітої поверхні теплових труб, у яких циркулює пара під тиском. Це не тільки приведе до тривалого сушіння, але й не забезпечує рівномірного підведення теплоти до всієї маси зерна, вимагає значних енерговитрат, тому що непридатна теплота із сушарок не утилізується на технологічні цілі.

При сушінні швидко висихають оболонки, ядро втрачає вологу значно повільніше. Тому в процесі сушіння та після нього оболонки завжди мають більш низьку вологість, чим ядро. При низькій вологості оболонки дуже крихкі, легко розколюються та відділяються від ядра. Більш вологе зерно зберігає свою пластичність і порівняно менше подрібнюється при луценні зерна.

Конструктивною особливістю парової сушарки є розташування в нижній частині сушарки охолоджувальної секції. По висоті шахти сушарки у двох місцях установлені колектори, які підведені по всій довжині шахти агента сушіння, вони підігрівають у калориферах, куди пар під тиском подають від центральної магістралі, а конденсат скидають у котельню. В міру просування зерна в шахті до виходу відбувається видалення вологи, і на виході із сушильної зони зерно прохолоджується. Охолодження супроводжується подальшим підсушуванням оболонок і в меншій мірі – ядра, тому холодне зерно лущиться легше. Разом з охолодженням зерна відбувається самовипар вологи на (1,2-1,5) %. Вологість зерна після висушування не повинна перевищувати (14,5-15) %, охолодження просушеного зерна доводять до температури, що не перевищує температуру повітря виробничого приміщення на (6-8) °С. Висушене зерно стрічковим конвеєром (поз. 11) подають далі на переробку.

ГТО зерна за пропонованою технологічною схемою включає такі операції: зволоження, відволожування, підігрів, пропарювання, сушіння та охолодження. У зв'язку з цим необхідно розглядати ГТО як комплексний вплив операцій теплової обробки на зерно, що підвищує харчову цінність і поліпшує органолептичні характеристики крупи.

Література

1. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов – М: ИКЦ "МарТ", Ростов-н/Д: 2004. – 688 с.
2. Камінський В.Д., Бабич М.Б. Кондуктивно-конвективний спосіб сушіння зерна рису. – Зерно і хліб, Київ: №1, 2000, с.30.

УДК 664.726

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНО-ГРАВІТАЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЧИСТКИ ВОРОХУ

Гросул Л.Г., д-р техн. наук, професор, Гапонюк О.І., д-р техн. наук, професор,
Мосієнко Г.А., інженер, Гончарук А.А., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуті методичні підходи до визначення параметрів робочих органів при проектних розробках обладнання для оперативної очистки свіжезібраного зерна перед сушкою з метою забезпечення його компоновки з діючими сушарками та попередження пожежоаварійних ситуацій при їх експлуатації.

This article considers methodical approaches to determining parameters of working components during development of machinery for timely cleaning of freshly harvested grain before drying, which ensure its compatibility with existing dryers and prevention of fire accidents during its operation.

Ключові слова: зерно, насіння, аеродинамічно важкі та легкі домішки, гравітаційне та повітряне сепарування, бітерний валок.

Попередня обробка вороху – суміші свіжезібраного вологого зерна з домішками органічного та мінерального походження – є одним з головних етапів післязбиральної очистки збіжжя на складах та на елеваторах, призначена для видалення із зернової суміші аеродинамічно легких і важких домішок мінерального та органічного походження і виконується перед сушінням зерна або насіння, завантаженням його до силосів або засипкою в бурти для довготермінового зберігання. Метою очистки зернової сировини є покращення якості та приведення її властивостей у відповідність до вимог стандартів, створення умов для безперебійної обробки, транспортування і попередження непродуктивних втрат зерна та насіння і запобігання погіршенню їх технологічних показників. Попередня очистка зерна сприяє підвищенню сипкості та запобігає утворенню заторів у елементах поточних ліній, в технологічних машинах, у транспортних механізмах та самопливах. Вона дозволяє уникнути загромождження робочих органів грубими домішками, забезпечує стабільність технологічного процесу та попереджує можливість завалів зернообробного устаткування, поліпшує умови його експлуатації та підвищує ефективність обробних операцій. Крім того, попередня очистка зерна безпосередньо перед його сушкою, є ефективним засобом усунення причин його зависання в шахтних зерносушарках, підвищує стабільність їх роботи та забезпечує створення умов пожежної безпеки.

Наявність таких органічних домішок, як солома, стеблин польових рослин, обмолочених колосків та інших часток у суміші вологого зерна або насіння є причиною загромождження каналів між коробами шахтних сушарок, заважає вільному переміщенню зернової маси і обумовлює створення застійних зон. Останнє, при довготерміновій обробці нагрітим теплоносієм та відсутності умов нормального теплообміну, приводить до непомірного підвищення температури зерна у локальних ділянках робочої зони шахтних сушарок. Такий стан ускладнюється тим, що в застійних зонах накопичується найменш сипка, низьконатурна суміш зерна і таких аеродинамічно легких домішок, як квіткові плівки, насіннєві оболонки, вустюки та інші частки, утворені подрібненням анатомічних складових різних рослин у процесі збирання врожаю. Органічне походження цих домішок обумовлює низьку температуру їх запалювання і є одною з головних причин локального загорання зернової суміші. Виникнення відкритого вогню на окремих ділянках заторів приводить до різкого підвищення температури навколишнього зерна у робочій зоні, що спонукає пожежу на сушарці вцілому. Таким чином, основним фактором нестабільної роботи сушарок та виникнення пожежонебезпечних ситуацій можна вважати сушіння суміші зерна без попереднього очищення його від аеродинамічно легких домішок органічного походження. Останні обумовлюють нестабільність роботи сушарок, сприяють виникненню аварійних ситуацій, супроводжуються непродуктивними витратами енергії та часу, приводять до суттєвих втрат доброякісної сировини або значного погіршення показників її якості і свідчать про необхідність обов'язкової попередньої очистки зерна безпосередньо перед надходженням його до шахти сушарки.

До основного устаткування для попередньої очистки свіжезібраного зерна від грубих домішок відноситься в першу чергу скальператор А1-БЗО продуктивністю до 100 тон зерна за годину безперервної роботи. Він характеризується достатньо високою ефективністю очищення зерна від грубих домішок і пристосований для компоновки з елеваторними норіями аналогічної продуктивності. Однак, існуючий скальператор не допускає можливості попередньої очистки зерна або насіння безпосередньо перед сушкою і не відповідає найбільш поширеним варіантам діючих сушарок ДСП за продуктивністю (16, 32 та 50 т/г).

Крім того, скальператор не може задовольнити наведені вимоги до попередньої очистки зерна, а особливо насіння соняшника, з метою підвищення стабільності роботи сушарок та усунення пожежонебезпечних ситуацій, оскільки він не призначений для відділення легкозаймистих дрібних домішок органічного походження.

Для виділення низьконатурних та аеродинамічно легких домішок в зернопереробній промисловості рекомендується використовувати зерноконцентратори А1-БЗК-9 та А1-БЗК-18 продуктивністю відповідно 9 та 18 т/г. Діапазон їх продуктивностей не дозволяє вільної компоновки з транспортними пристроями, а вимоги до умов експлуатації не допускають їх монтаж у лініях безпосереднього завантаження зерна до сушарок. Таким чином, при достатньо високій ефективності очистки зерна від дрібних домішок органічного походження концентратори не пристосовані за продуктивністю для відділення грубих домішок, які відрізняються аеродинамічними властивостями від вологої зернової сировини і не придатні для її попередньої очистки до надходження у робочі зони шахтних сушарок.

Аналіз технічних характеристик існуючого устаткування та співставлення їх з вимогами до попередньої очистки вологого зерна чи насіння свідчить про відсутність оптимальних рішень технічного забезпечення для розв'язання поставленого завдання і підтверджує необхідність створення нового обладнання на основі комплексної обробки зернової чи насінневої сировини. Враховуючи технологічно раціональні можливості для сепарування специфічної суміші домішок та вологого зерна, відділення часток аеродинамічно легких домішок доцільно виконувати шляхом гравітаційного та повітряного сепарування. Такі висновки покладені в основу розробки сепаратора для попередньої очистки свіжезібраного зерна з комбінованим принципом дії, яка забезпечує суміщення і паралельне виконання операцій гравітаційного та пневматичного сепарування.

Передбачений для розробки повітряно-гравітаційний сепаратор має складатися з наступних функціональних елементів: живильника для рівномірної подачі суміші на обробку, робочого органу, системи повітряної сепарації, збірних пристроїв для організованого виведення очищеного зерна та домішок, корпусу та основи, на якій монтується збіркові одиниці та вузли машини. Відповідно до технічних характеристик діючих сушарок запланована максимальна продуктивність сепаратора по зерну - $Q_z=50$ т/г, що складає $Q=13,9$ кг/с.

До основних робочих органів, які визначають технічні та технологічні характеристики повітряно-гравітаційного сепаратора для обробки вороху, можна віднести: бітерний валок, лопатеві вентилятори; гравітаційна осадочна камера; засувки, поворотні клапани та жалюзійні решітки.

Головним завданням розрахунків відмічених робочих органів є теоретичне обґрунтування їх форми, положення та розмірів, а також траєкторій руху, величин переміщень, швидкостей та прискорень, які визначають продуктивність агрегатів, навантаження часток зерно продуктів і домішок та ефективність їх сепарування і обробки вцілому.

До основних умов розрахунків відносяться вхідні дані по призначенню агрегатних установок, їх проектні характеристики, властивості продуктів обробки, вимоги до якості отримуваних продуктів, умови експлуатації устаткування, що проектується, за технічні дані за властивостями конструктивних матеріалів, стандартизованих та комплектуючих виробів і експлуатаційних матеріалів. Так, наприклад, для розрахункового визначення головних параметрів робочих органів повітряно-гравітаційного сепаратора свіжеобмолоченого, вологого, соняшникового насіння використовують наступні вхідні дані:

- продуктивність по вологому насінню соняшника, $Q=50$ т/г $\rightarrow 13,9$ кг/с;
- середнє значення об'ємної маси вологого насіння, $\gamma=730$ кг/м³;
- лінійні розміри однієї насінини (довжина, ширина та товщина)
 $l \times b \times c = (5,5 \dots 13,5) \times (5,0 \dots 11,5) \times (2,5 \dots 8,0) = 9,5 \times 8,5 \times 5,2$ мм;
- середня густина насіння соняшника, $\rho=1350$ кг/м³;
- маса 1000 вологих насінин соняшника, $m_{1000}=286$ г;
- коефіцієнти тертя: внутрішнього – $f_s=0,53$, зовнішнього по деревині – $f_d=0,35$, по металу – $f_m=0,37$, по бетону – $f_b=0,42$.

Розрахунковому визначенню параметрів робочих органів підлягають: зовнішній діаметр, довжина і кількість лопатей бітерного валка (рис. 1), його кутова та колова швидкість і частота обертання.

Відповідно до схеми та принципу дії, продуктивність бітерного валка дорівнює продуктивності сепаратора $Q=13,9$ кг/с і може бути розрахована за виразом

$$Q = \frac{\rho D_6^2 L n_6}{4 \cdot 60} k_{\theta} g, \quad (1)$$

де D_6 та L відповідно зовнішній діаметр (м) та довжина (м) бітерного валка. Загально прийнятою шириною аналогічних сепараторів їх робочі органи мають довжину близько 1,2 м;

n_{δ} та k_{δ} – частота обертання (об/хв) та коефіцієнт заповнення ротора бітерного валка. Враховуючи властивості свіжеобмолоченого та здатного до комкування вологого насіння, коефіцієнт заповнення ротора бітерного валка може змінюватися в інтервалі $0,2 \leq k_{\delta} \leq 0,6$;

γ – об'ємна маса насіння, яке надходить до сепаратора на обробку, кг/м^3 .

Математичне перетворення та підстановка значень відомих величин (табл. 1) дає можливість одержати залежність зовнішнього діаметра бітерного валка від частоти його обертання та коефіцієнта заповнення ротора

$$D_{\delta} = \sqrt{\frac{240Q}{pn_{\delta}Lk_{\delta}g}} = \sqrt{\frac{240 * 13,9}{3,14 * 1,2 * 730n_{\delta}k_{\delta}}} = \sqrt{\frac{1,2128}{n_{\delta}k_{\delta}}} \quad (2)$$

Таблиця 1 – Діаметри бітерного валка (м), необхідні для забезпечення продуктивності повітряно-гравітаційного сепаратора $Q=13,9$ кг/с при рекомендованих частотах обертання

$K_{\delta} \setminus n_{\delta}$	50	60	70	80	90	100	110
0,2	0,348	0,318	0,294	0,275	0,259	0,246	0,235
0,3	0,284	0,259	0,240	0,225	0,212	0,201	0,192
0,4	0,246	0,225	0,208	0,195	0,183	0,174	0,166
0,5	0,220	0,201	0,186	0,174	0,164	0,156	0,148
0,6	0,201	0,183	0,170	0,159	0,150	0,142	0,135

Аналіз результатів обчислень (при $k_{\delta}=0,3$) та необхідність уніфікації елементів сепаратора покладено в основу вибору:

- діаметра бітерного валка $D_{\delta}=200$ мм;
- довжини ротора бітерного валка $L=1200$ мм;
- частоти його обертання $n_{\delta}=100$ об/хв;
- кутової швидкості

$$\omega_{\delta} = \frac{pn_{\delta}}{30} = \frac{3,14 * 100}{30} = 10,47 \text{ рад/с}, \quad (3)$$

колової швидкості бітерного валка

$$v_{\delta} = \frac{pD_{\delta}Ln_{\delta}}{60} = \frac{3,14 * 0,2 * 1,2 * 100}{60} = 1,256 \text{ м/с}. \quad (4)$$

З метою перевірки дієвості отриманих даних є можливість розрахункового визначення продуктивності майбутнього сепаратора

$$Q = \frac{pD_{\delta}^2L}{4} \frac{n_{\delta}}{60} k_{\delta} g = \frac{3,14 * 0,2^2 * 1,2 * 100}{240} 0,3 * 730 = 13,75 \text{ кг/с}. \quad (5)$$

Одержана залежність продуктивності сепаратора від геометричних та кінематичних параметрів може бути використана для наступного вдосконалення конструктивно функціональних рішень сепаратора та підвищення ефективності його роботи.

Висота та довжина робочої камери (рис. 1) залежить від умов сепарування вороху на вологе, свіжеобмолочене насіння та домішки, які відрізняються від попереднього за розмірами, питомою вагою та аеродинамічними властивостями.

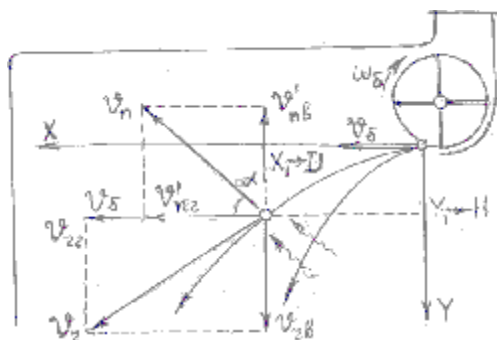


Рис. 1 – Схема робочих органів повітряно-гравітаційного сепаратора для комплексної очистки вологого, свіжезібраного зерна перед висушуванням

Нехтуючи опором переміщення повітря викинутої бітерним валком у горизонтальному напрямку і одночасно падаючої у гравітаційному полі частки, є можливість записати рівняння її руху

$$X = v_{\text{чз}} t \text{ та } Y = v_{\text{чв}} t, \quad (6)$$

де $v_{\text{чз}}$ та $v_{\text{чв}}$ – відповідно горизонтальна та вертикальна швидкості руху частки, м/с;

t – поточний термін переміщення частки, с.

З урахуванням впливу потоків повітря, які рухаються з швидкістю v_n під кутом α до горизонту, маємо

$$v_{\text{чз}} = v_{\text{б}} + v_{\text{нз}}^1 \text{ та } v_{\text{чв}} = v_{\text{зп}} - v_{\text{нв}}^1, \quad (7)$$

де $v_{\text{зп}} = gt$ – швидкість вільного падіння частки у безповітряному просторі, м/с;

g – прискорення вільно падаючого тіла, м/с²;

$v_{\text{нз}}^1$ та $v_{\text{нв}}^1$ – горизонтальна та вертикальна швидкості, набуті часткою під впливом горизонтального $v_{\text{нз}} = v_n \cos \alpha$ та вертикального $v_{\text{нв}} = v_n \sin \alpha$ складових потоків повітря. Величини цих швидкостей прямо пропорційні швидкостям часток у безповітряному просторі ($v_{\text{б}}$ та $v_{\text{зп}}$) і обернено пропорційні доповненню до максимальної швидкості витання частки. Останнє визначається як різниця між максимальною швидкістю витання аеродинамічно важких часток суміші та поточним значенням швидкості витання конкретних часток $v_m - v_{\text{б}}$. Таким чином, маємо

$$v_{\text{нз}}^1 = v_n \frac{v_{\text{б}}}{v_m - v_{\text{б}}} \cos \alpha \text{ та } v_{\text{нв}}^1 = v_n \frac{v_{\text{зп}}}{v_m - v_{\text{б}}} \sin \alpha = v_n \frac{gt}{v_m - v_{\text{б}}} \sin \alpha. \quad (8)$$

Тоді, фактичні горизонтальна $v_{\text{чз}}$ та вертикальна $v_{\text{чв}}$ швидкості частки складатимуть

$$v_{\text{чз}} = v_{\text{б}} \left(1 + \frac{v_n}{v_m - v_{\text{б}}} \cos \alpha\right) \text{ та } v_{\text{чв}} = gt \left(1 - \frac{v_n}{v_m - v_{\text{б}}} \sin \alpha\right). \quad (9)$$

Отримані рівняння дають можливість розрахунку поточних координат траєкторії руху часток у польоті для будь-якого періоду t

$$X = \int_0^t v_{\text{чз}} dt = v_{\text{б}} t \left(1 + \frac{v_n}{v_m - v_{\text{б}}}\right) \quad (10)$$

$$Y = \int_0^t v_{\text{чв}} dt = \frac{gt^2}{2} \left(1 - \frac{v_n}{v_m - v_{\text{б}}}\right).$$

Таким чином, рівняння руху частки у польоті набуває наступного вигляду

$$Y = \frac{(v_m - v_{\text{б}}) g X^2}{2 v_{\text{б}}^2} * \frac{(v_m - v_{\text{б}} - v_n \sin \alpha)}{(v_m - v_{\text{б}} + v_n \cos \alpha)^2} \quad (11)$$

Підстановка значень відповідних величин та наступні розрахунки (табл. 2) дозволяють встановити теоретичну залежність між геометричними параметрами робочої камери для повітряно-гравітаційного сепарування суміші вологого зерна та домішок природного походження.

Таблиця 2. Залежність довжини X та висоти Y робочої камери повітряно-гравітаційного сепаратора від колової швидкості бітерного валка ($v_{\text{б}}=1,256$ м/с) і максимальної ($v_m=18$ м/с) та фактичної ($v_{\text{б}}=4$ м/с) швидкостей витання часток суміші при різних інтенсивностях потоку повітря v_n та кутові їх нахилу до горизонту ($\alpha=45^\circ$)

$v_{\text{б}}$	v_n	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4,0	2,0	0,092	0,368	0,576	0,830	1,486	2,306	3,321	4,519	5,90
	6,0	0,051	0,204	0,319	0,459	0,816	1,276	1,837	2,501	3,27
12,0	2,0	0,062	0,249	0,389	0,560	0,996	1,556	2,241	3,049	3,98
	6,0	0,012	0,049	0,079	0,112	0,199	0,319	0,449	0,611	0,80

Аналіз отриманих результатів розрахунків дає підстави на наступні висновки. При малих швидкостях повітряних потоків (2 м/с) довжина робочої камери перевищує її висоту. Збільшення швидкості по-

вітряних потоків до 6 м/с дозволяє скоротити висоту робочої камери для аеродинамічно легких часток до розмірів, менших її довжини на інтервалі до 1 м. Для аеродинамічно важких часток це відношення спостерігається на всьому інтервалі розмірів робочої камери. Узагальнення цих відношень свідчить про найбільшу доцільність вибору швидкості повітряних потоків до 6 м/с і довжини та висоти робочої камери відповідно 1,5х0,7 м, що максимально сприятиме мінімізації її габаритних розмірів та маси всього сепаратора.

Виконані за приведеною методикою розрахунки дали можливість таким чином обґрунтувати наступні характеристики повітряно-гравітаційного сепаратора:

- довжина робочої камери $X \rightarrow D=1,5\text{ м}$;
- висота робочої камери $Y \rightarrow H=0,7\text{ м}$;
- швидкість повітряних потоків $v_n=6\text{ м/с}$.

Крім того, отримані результати розрахунків дають підстави для обґрунтування обсягів повітря V , необхідних для пневмосепарування зерна та аеродинамічно легких домішок органічного походження у робочій зоні осадочної камери. Так, з урахуванням частини поперечного перерізу осадочної камери, зайнятої частками суміші зернопродуктів, маємо

$$V=0,5HL(v_{\min}...v_{\max})=0,5\cdot0,7\cdot1,2\cdot(5...7)=2,1...3,0\text{ м}^3/\text{с}, \quad (12)$$

що складає витрати повітря вентилятором від 125 до 180 м³/хв.

Обґрунтування можливості застосування наведеної методики для визначення конструктивних, геометричних та кінематичних параметрів повітряно-гравітаційного сепаратора для комбінованої очистки свіжезібраного вологого зерна інших культур або в інших виробничих умовах вимагає використання відповідних обмежень та експериментальної перевірки одержаних результатів.

Висновки

Запропонована методика призначена для проектно-конструкторських установ, машинобудівних заводів та діючих підприємств, які займаються розробкою, виготовленням та експлуатацією технологічного устаткування для післязбиральної обробки борошна.

Література

1. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. Изд. 5-е, перераб. и доп. Под ред. д.т.н., проф. А.Я.Соколова. -М.: Колос, 1984. -с.445.
2. Машины для послеуборочной обработки зерна. Учебники и учебные пособия для подготовки кадров массовых профессий /Б.С. Окнин, И.В. Горбачев, А.А. Терехин, В.М. Соловьев –М.: Агропромиздат. -1987. –с.238.

УДК 621.891

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТРИБОСПОЛУЧЕННЯ «ЦИЛІНДР-КІЛЬЦЕ-ПОРШЕНЬ» ФОРСОВАНИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ

Маннапова О. В., асп., Соколов О.Д., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Роботу присвячено питанню підвищення зносостійкості трибосполучення циліндр-кільце-поршень форсованих двигунів електрофізичними методами зміцнення поверхонь тертя – шляхом встановлення закономірностей впливу структурно-фазового складу, напруженого стану та термостійкості зміцнених шарів на їх триботехнічні характеристики.

Work is devoted the question of increase of wearproofness of interface a cylinder-ring-piston of the forced engines by the electrophysical methods of consolidating of surfaces of friction – by establishment of conformities to the law of influencing structurally of phase composition, tense state and heat-resistance of the consolidated layers on their tribological descriptions.

Ключові слова: зносостійкість, плазмові покриття, іонне азотування, лазерне опромінювання, двигуни внутрішнього згорання.

Вступ. Проблемам підвищення надійності вузлів тертя машин завжди приділяється належна увага. Серед них важливе місце посідають поршневі двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), які останнім часом є основою

мобільної енергетики всіх галузей господарства, тому актуальним є питання підвищення працездатності, надійності і довговічності ДВЗ, а особливо їх головного, найбільш напруженого органу – циліндро-поршневої групи (ЦПГ). На сьогодні довговічність ЦПГ ДВЗ на робочій поверхні поршневих кілець, забезпечується гальванічним хромовим покриттям, але нажалі до кінця не вирішена задача щодо забезпечення експлуатаційної надійності покриттів, запобігання їхньої руйнації.

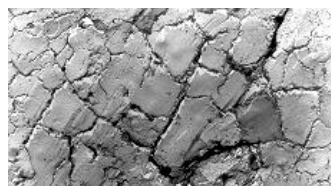
Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо впливу експлуатаційних і конструкційних чинників на довговічність зміцненого кільця і надійність покриття, проведений у оглядових роботах [1, 2] показує, що для ЦПГ не вирішеною частиною проблеми є невпинне форсування двигунів по потужності, яке почалося в останні двадцять років, і застосування важких сірчаних палив. Це на сьогоднішньому етапі призводить до руйнації серійних хромових покриттів і підвищення рівня зношування трибосполучення “циліндр – робоча і торцеві поверхні кільця – канавка поршня”, що й перешкоджає збільшенню довговічності ЦПГ. Нажалі, вітчизняне двигунобудування за цими показниками відстає від розвинутих країн. Тому дослідження по розробці технологій зміцнення поршневих кілець, спроможних забезпечити підвищений ресурс форсованих ДВЗ в умовах підвищених термічних і силових навантажень, є актуальними і мають теоретичний і практичний інтерес.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення зносостійкості трибосполучення циліндр-кільце-поршень форсованих двигунів електрофізичними методами зміцнення поверхонь тертя шляхом встановлення закономірностей впливу структурно-фазового складу, напруженого стану та термостійкості зміцнених шарів на їх триботехнічні характеристики. Робота виконана відповідно до тематичного плану держбюджетної науково-дослідної роботи ОНАХТ.

Матеріали і методика досліджень. Досліджували гальванічні хромові і плазмове напиляні метали (Fe-Ni-Cr, Mo) і металооксидні ($\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$) покриття, нанесені на установці УМП5-68 в азотній плазмі. Зміцнення покриттів і матеріалу кілець іонним азотуванням проводили на вакуумній установці у плазмі тліючого розряду, лазерним опроміненням – на безперервному CO_2 -лазері “Спектрофізикс”. Дослідження зносостійкості покриттів в умовах граничного тертя ковзання проводили на машині тертя СМЦ-2 у парі з чавуном гільзи циліндру і силуміном поршня при швидкостях ковзання 0,47...4,16 м/с, шляху тертя – 51 км і навантаженнях 0,5...4,0 МПа. Контролювали масовий та лінійний знос зразка і контртіла, коефіцієнт тертя і температуру контртіла під поверхнею тертя.

Мікроструктуру досліджували на мікроскопі МІМ-7А, мікротвердість – на приладі ПМТ-3, поверхню тертя – на оптичному і електронному мікроскопах, рентгеноструктурний аналіз проводили на приладах УРС-0,02 і ДРОН-3, мікрорентгеноспектральний – на приладі GXR-5 фірми “Джеол”, фазовий склад зміцнених поверхонь тертя визначали на електронографі ЕГ-100М. Корозійні дослідження проводили на потенціостаті П-5827М і приладі Р5035. Дослідження впливу процесів на кільце проводили на епюримірі для визначення модуля пружності по периметру поршневих кілець.

Вплив термосилових навантажень на процеси тертя і зношування гальванічних хромових покриттів. Проведеними дослідженнями [3] було підтверджено, що знос кільця і циліндра здійснюється на такті спалаху-розширення поблизу верхньої “мертвої” точки, коли товщина мастильної плівки стає меншою мікросорткості поверхонь, тертя стає напівсухим. Шлях зносу при форсуванні збільшується з підвищенням температури і тиску. Показано, що швидкість зношування хрому у термонапруженій (4С11/12,5Т) модифікації двигуна збільшується вдвічі (з 25 до 50 мкм/тис. мотогодин) порівняно із нетермонапруженою (4С11/12,5). Виявлено, що поверхня зносу хрому на кільцях термонапруженого двигуна покрита мікротріщинами і деколи має сліди припалювання з макротріщинами, поперечними напрямку руху кільця (рис. 1).



а



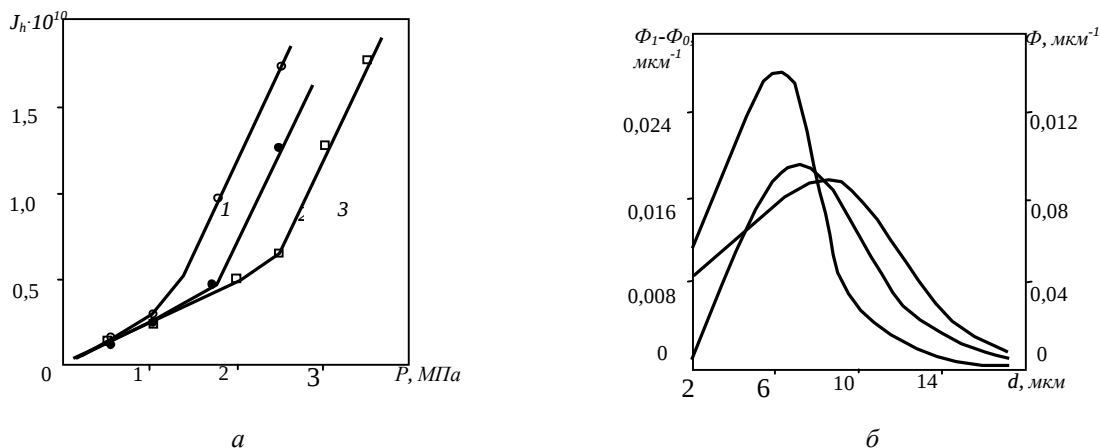
б

а – мікророзтріскування хрому, $\times 7000$; б – зона припалювання хрому, $\times 50$

Рис. 1 – Вигляд поверхні тертя хромового покриття після роботи у двигуні 4С11/12,5Т

При визначенні зносостійкості хромових покриттів на машині тертя було зафіксовано точки зламу на кривих залежності інтенсивності зношування від питомого навантаження (рис. 2, а), після яких знос різко зростає. При збільшенні швидкості ковзання, що супроводжувалося підвищенням температури зразка, точки зламу зсувалися в область менших тисків. При навантаженнях до точок зламу поверхня тертя хро-

му відповідала нормальному механічному зношуванню, після точок зламу спостерігалось утворення мікротріщин (рис. 1, а).



а – залежність інтенсивності зношування хромового покриття від питомого навантаження тертя. Швидкість ковзання: 1 – 4,16 м/с; 2 – 2,13 м/с; 3 – 0,47 м/с. Машина тертя СМЦ-2; контртіло – колодка з матеріалу гільзи циліндра; граничне змащування; б – результати фрактографічного аналізу зношування хромових покриттів: 1 – функція розподілу за розмірами частинок зносу хрому, виділених з мастила після випробувань; 2 – функція розподілу за розмірами лунок викришування на поверхні тертя хромового покриття кілець термонапруженого двигуна у місці щокі кільця і у місці замка (3)

Рис. 2 – Зношування хромових покриттів

Для виявлення розмірів часток зносу хромового покриття був проведений фрактографічний аналіз часток хрому, виділених з мастила після випробувань на машині тертя. Результати, отримані за умовами зношування за швидкістю 4,16 м/с і тиском 1,75 МПа, наведені на рис. 2б (крива 1). Встановлено спектр часток зносу хрому від 2 до 15 мкм з кількісним максимумом у районі 6...8 мкм. Оскільки виявити такі частки зносу хрому у двигуні важко, було вивчено під мікроскопом поверхню хромових покриттів на кільцях після роботи у термонапружених двигунах. Вимірювання розмірів лунок викришування і фрактографічний аналіз дозволив побудувати функцію їх розподілу. На рис. 3 представлено вигляд функції для зони щокі кільця, де відносний тиск кільця на циліндр мінімальний ($P_{\psi}/P_0 = 0,5$) – крива 2, і зони замка кільця, де тиск максимальний ($P_{\psi}/P_0 = 1,5$) – крива 3. Результати підтверджують, що найбільш вірогідні розміри часток зносу знаходяться у визначеному інтервалі і підвищення тиску призводить до утворення часток більших розмірів.

Методами електронграфічного та мікрорентгеноспектрального аналізу було досліджено структуру хромового покриття на поршневих кільцях після роботи у нефорсованому і форсованому двигунах. Встановлено, що у нефорсованих двигунах поверхня хрому активується і на ній утворюється тонкий прошарок (до 1000 ангстрем) аморфного хрому. Під ним розташовано прошарок хрому із дезорієнтованою структурою, нижче знаходиться полікристалічний хром. Сліди руйнування і схоплювання відсутні. Після роботи у форсованому двигуні поверхня хрому має мікротріщини, а електронграфічним аналізом встановлено утворення у прошарку хрому із дезорієнтованою структурою нових фаз вторинних структур тертя – карбіду хрому Cr_7C_3 і оксиду хрому Cr_2O_3 . Більш інтенсивні деформаційні і термічні процеси при терті верхніх кілець біля камери згорання із середовищем вуглецю та кисню активізують дифузію їх атомів через аморфний прошарок у прошарок дезорієнтованого хрому і утворення в ньому вторинних структур.

Відмінність параметрів решіток карбідів і оксидів для хрому призводить до виникнення внутрішніх напруг на межі поділу фаз та появи мікротріщин. Їх поширення перпендикулярне поверхні тертя і призводить до розірвання метастабільного аморфного прошарку, утворення ізольованих фрагментів на поверхні тертя (рис. 1, а). Одночасне поширення мікротріщин паралельне поверхні тертя призводить до викришування таких фрагментів поверхні від полікристалічного хрому і їхнього видалення при терті, що й обумовлює вдвічі більшу швидкість зношування хрому у форсованих двигунах.

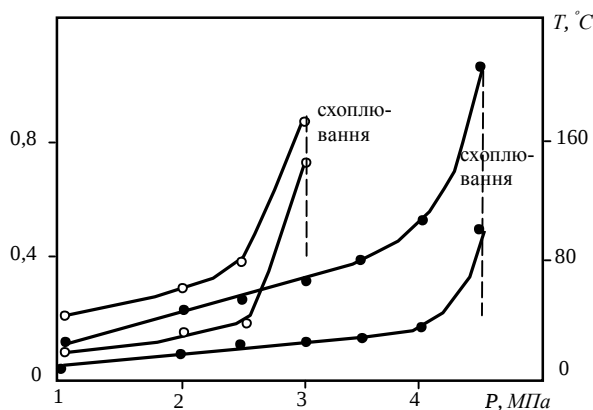
Моделювання припалювання хромового покриття на машині тертя показало, що мікротвердість хрому зменшується з 10,5 ГПа на глибині 80 мкм до 6,5 ГПа на поверхні тертя (на кільці у двигуні – з 10,5 ГПа на глибині 140 мкм до 4,5 ГПа на поверхні), що дозволило наступним чином пояснити роль недостатньої термостійкості хрому у високій інтенсивності зношування покриття. В момент спалаху мастильна

плівка миттєво випаровується, покриття опиняється в умовах тертя без мащення при високій температурі, внаслідок чого хром розтріскується і знижується його твердість. Вихід кільця з цієї зони відновлює режим змащування, проте низька твердість хрому зумовлює високу інтенсивність його зношування.

Проведені дослідження [3] дозволили визначити причини зниження зносостійкості деталей ЦПГ при форсуванні двигунів: силові і дифузійні навантаження викликають високий рівень напруги у хромових покриттях, які перевершують межу міцності хрому і обумовлюють зміну механізму тертя на фрагментарне викришування; низька спроможність хрому акумулювати мастило і високі термічні навантаження перевершують термостійкість хромового покриття і знижують його твердість. Альтернативою хромовим покриттям у форсованих двигунах можуть стати пористі мастилоємні плазмові покриття, вільні від цих недоліків.

Розробка технологій плазмового напилювання покриттів на робочу поверхню і електрофізичного зміцнення торцевих поверхонь поршневих кілець. Для розробки технології плазмового напилювання покриттів на робочу поверхню кілець були проведені дослідження впливу процесу нанесення покриття і розроблено методику врахування цього впливу на службові характеристики і епюру радіальних тисків поршневих кілець [4]. Проведені дослідження дозволили розробити технологію плазмового напилювання і конструкцію поршневого кільця на патентному рівні [5]. Дослідження за розробкою технологій електрофізичного зміцнення поршневих кілець іонним азотуванням і лазерним опромінюванням проведені сумісно із Інститутом проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАНУ і Науково-виробничим підприємством "Проммаштранс" [6–9].

Дослідження триботехнічних властивостей покриттів та зміцненої поверхні поршневих кілець для форсованих двигунів. У наших дослідженнях [9 - 12] на основі структурно-енергетичної теорії зношування об'ємний знос покриття кільця визначений як $V = k / P_{cx}^n$, де P_{cx} – зусилля схоплювання покриття, і представлено, що знос зумовлений трьома процесами: зануренням у покриття твердих абразивних часток, дряпанням покриття наростами гільзи циліндру та схоплюванням покриття з поверхнею гільзи циліндру з глибинним вириванням часток покриття. У дослідженнях визначали показник ступеня n , який за рівноважним протіканням усіх трьох процесів дорівнює 5,5. На рис. 3 наведено результати порівняльних досліджень за визначенням зусилля схоплювання, коефіцієнта тертя та температури схоплювання покриттів поршневих кілець, проведених на машині тертя СМЦ-2 при швидкості ковзання 1,3 м/с.

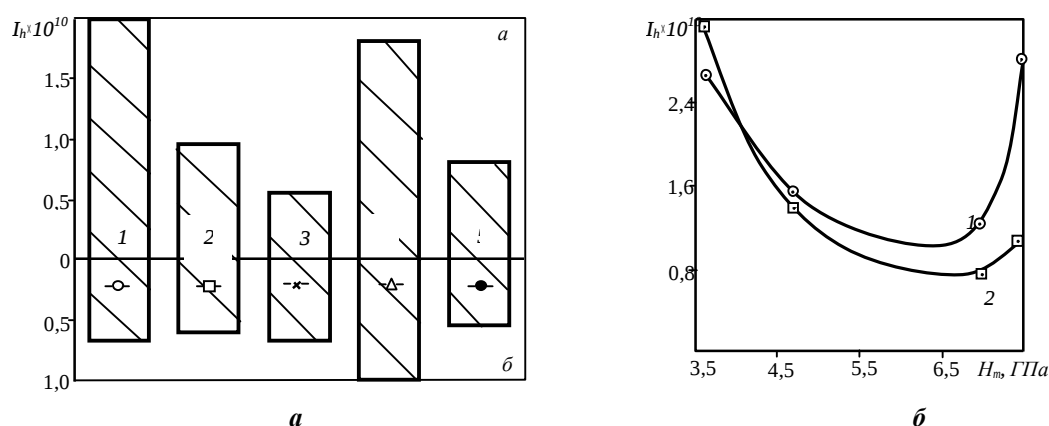


а – гальванічне хромове покриття; б – плазмове молібденове покриття; 1 – температура;
2 – коефіцієнт тертя

Рис. 3 – Схоплювання покриттів поршневих кілець з сірим чавуном гільзи циліндру при припиненні подачі мастила у зону тертя

Результати досліджень показали, що плазмові покриття, напилені з металевих порошків, мають близькі значення поруватості (11...14 % проти 1 % для хрому), мастилоємності (0,11...0,14 г/см³ проти практично нульової для хрому), кута змочування поверхні моторним мастилом (28,5...29,5 градусів проти 49,8 для хрому) і тиску схоплювання (4,1...4,5 МПа проти 3 МПа для хрому). Максимальне зусилля схоплювання плазмових покриттів властиве молібденовому покриттю, у 1,5 рази перевищує P_{cx} гальванічного хрому, але підвищення зносостійкості в порівнянні з гальванічним хромовим покриттям відповідає $P_{cx}^{0,5...1,0}$. Це свідчить про перевагу процесу зношування незакріпленими твердими частками.

Оскільки такі частки на машині тертя утворюються тільки з продуктів зношування покриття, були проведені дослідження впливу на зношування твердості і структурного складу покриттів, а також дослідження щодо моделювання абразивного зношування при введенні незакріплених твердих часток у зону тертя, що проводилися у стендових випробуваннях двигунів. Встановлено, що кореляція між зносом і твердістю виявляється тільки для покриттів одного типу структури, градієнт зносостійкості за твердістю для плазмових покриттів із структурою, сформованою на макрорівні, на відміну від гальванічних покриттів, сформованих на мікрорівні, на порядок вища і знижується із збільшенням твердості. За зносостійкістю плазмових покриттів оптимізовано їхній склад. Встановлено (рис. 4), що максимальна зносостійкість спостерігається у діапазоні мікротвердості 6,0...7,0 ГПа.



а – інтенсивність абразивного зношування вузла тертя гільза-кільце з плазмовими покриттями складу Fe-Cr-Ni: 1 – Fe + 25 % Ni; 2 – Fe + 25 % Ni + 25 % Cr; 3 – Fe + 25 % Ni + 50 % Cr; 4 – Cr; 5 – Cr гальванічний. Знос кільця (а) і знос гільзи (б); б – вплив твердості покриттів на рівень їх зношування: 1 – абразивний знос; 2 – механічний знос

Рис. 4 – Зношування плазмових покриттів складу Fe-Cr-Ni. Для молибденового покриття поршневих кілець у якості зміцнювальної дисперсної фази найбільш підходить оксид алюмінію. В дослідженнях проведена чисельна оцінка напруженого стану покриття $\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$. За термічними напруженнями на границі розділу матеріалу матриці і включень було оптимізовано дисперсність включень і відстань між ними. Результати перевірено дослідженнями механічного та абразивного зношування покриттів

Дослідження фінішного іонного азотування поршневого кільця з молибденовим покриттям показали, що першою від поверхні спостерігається зона нітридів (переважно MoN – Mo_2N для покриття і Fe_4N для чавуну), яка досягає 8 мкм з мікротвердістю 11,8 ГПа для молибдену і 6,2 ГПа для чавуну. За нею відповідно розташована зона твердого розчину азоту у молибдені і залізі яка обумовлює підвищення твердості і зносостійкості до глибини 200 мкм (табл. 1, 2).

Таблиця 1 – Результати стендових випробувань поршневих кілець з азотованим молибденовим покриттям на двигуні (абразивне зношування)

Покриття верхнього поршневого кільця	Знос кільця, мм	Знос гільзи циліндру, мм
Серійні кільця, покриття – хром гальванічний	0,12	0,08
Дослідні кільця, покриття – молибден	0,16	0,13
Дослідні кільця, покриття – молибден азотований	0,12	0,09

Результати досліджень у машині тертя й у двигуні показують, що фінішне іонне азотування кільця з молибденовим покриттям (за рахунок підвищення твердості робочої і торцевих поверхонь) збільшує зносостійкість трибосполучення "циліндр-кільце-поршень" на 25...30 %.

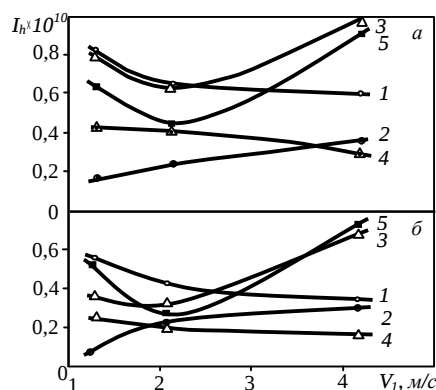
Таблиця 2 – Інтенсивність механічного зношування (Ін.1010) чавуну і покриття поршневих кілець після іонного азотування, машина тертя СМЦ-2, тиск 1,75 МПа, мікротвердість вказана для глибини 50 мкм. Контр. тіло – чавун гільзи і силумін поршня

Матеріал і вид зміцнення ролика	H_v , ГПа	Матеріал колодки	Швидкість ковзання					
			1,3 м/с		2,13 м/с		4,16 м/с	
			Рол	Кол	Рол	Кол	Рол	Кол
Незміцнений СЧ	3,0	СЧ	0,82	0,54	0,69	0,41	0,60	0,34
Незміцнений СЧ	3,0	АЛ-2	0,22	0,15	0,33	0,18	1,54	1,76
СЧ + іонне азотування	5,5	СЧ	0,72	0,07	0,43	0,12	0,31	0,22
СЧ + іонне азотування	5,5	АЛ-2	0,12	0,05	0,12	0,09	1,21	1,31
СЧ + хром гальванічний	9,5	СЧ	0,64	0,52	0,44	0,25	0,91	0,72
СЧ + молібден плазмовий	4,5	СЧ	0,82	0,34	0,64	0,31	1,12	0,70
СЧ + молібден азотований	7,5	СЧ	0,14	0,19	0,15	0,15	0,38	0,45

Триботехнічні дослідження фінішного лазерного опромінювання дослідних поршневих кілець у порівнянні із серійними були проведені машиною тертя (рис. 5) і у стендових випробуваннях двигуна при абразивному зношуванні. Зменшення зношування на 20...40 % в робочій і торцевій поверхні кілець дозволяє рекомендувати фінішне лазерне опромінення верхніх поршневих кілець з молібденовим покриттям до застосування без зниження моторесурсу у термонапружених форсованих двигунах.

Таким чином, дослідженнями встановлено і випробуваннями підтверджено запропоноване комплексне рішення проблеми забезпечення довговічності ЦПГ форсованих двигунів нанесенням на робочу поверхню кільця замість гальванічного хрому плазмових покриттів та наступною фінішною зміцнювальною обробкою всіх поверхонь кільця іонним азотуванням або лазерним опромінюванням.

У дослідженні також виконано порівняльний аналіз витрат на технології триботехнічного зміцнення поверхні деталей, в якому використані реальні виробничі витрати за цінами 2007 р., які супроводжують процес випуску поршневих кілець на спеціалізованому підприємстві [13]. Найбільш економічним виявляється процес електрофізичного зміцнення поршневих кілець шляхом нанесення молібденового покриття плазмовим струменем і фінішного іонного азотування.



1 – сірий чавун; 2 – сірий чавун, опромінений лазером; 3 – покриття Мо плазмовий; 4 – покриття Мо плазмовий, опромінений лазером; 5 – покриття Сг гальванічний. Машина тертя СМЦ-2, тиск 1,75 МПа: а – знос зразка; б – знос контртіла – сірого чавуну гільзи циліндра

Рис. 5 – Залежність інтенсивності механічного зношування чавуну і покриттів від швидкості ковзання

Висновки

1. Проведено аналіз впливу форсування двигунів на зносостійкість ЦПГ. Форсування ДВЗ приводить до зростання температури верхнього кільця (зі 150...200 до 250...300 °С), його мастильного голодування і зростання швидкості його зносу (з 15...20 до 40...50 мкм/тис. мотогодин), підвищення зносу кільця по торцях, канавках поршня і гільзах циліндру, а також до випадків руйнування хромових покриттів. Дослідженнями встановлено, що причинами випадків виходу з ладу трибосполучення циліндр-кільце-поршень є різке підвищення швидкості зношування і припалювання серійних хромових покриттів при підвищенні

температури і тиску. Доведено необхідність підвищення зносостійкості цього трибосполучення форсованих двигунів розробкою комплексного способу формування модифікованих шарів шляхом нанесення зносостійких плазмових мастилоємних покриттів на робочу поверхню і фінішним зміцненням усіх поверхонь кільця іонним азотуванням або лазерним опроміненням.

2. Досліджено структуру, напружений стан, зносостійкість і термостійкість гальванічних хромових покриттів і ступінь їх впливу на процеси тертя та зношування. У форсованих двигунах виявлено утворення між поверхневим шаром аморфного хрому і глибинним шаром полікристалічного хрому нових фаз вторинних структур тертя - карбіду хрому Cr_7C_3 і оксиду хрому Cr_2O_3 , які є причиною виникнення внутрішніх напруг і мікророзтріскування хромового покриття. Виявлено припалювання покриття під дією термічних навантажень, обумовлених підвищенням температури у камері згорання, що супроводжується макророзтріскуванням хрому і зниженням його твердості на певну глибину. Доведено, що альтернативою хромовим покриттям у форсованих двигунах можуть стати пористі мастилоємні плазмові покриття, вільні від цих недоліків.

3. На підставі експериментальних досліджень і стендових випробувань двигунів встановлено взаємозв'язок структури, фізико-механічних властивостей і напруженого стану із зносостійкістю плазмових покриттів. Для досліджень застосовано структурно-енергетичну модель зношування за критерієм схоплювання покриття. Показано перевагу процесу зношування кільця незакріпленими твердими частками, що призводить до кореляції із $P_{\text{сх}}^{-1/2}$, і проведено експериментальне визначення тиску схоплювання для серійних гальванічних хромових і дослідних плазмових покриттів.

4. За результатами проведених досліджень розроблено технології триботехнічного зміцнення поверхні компресійних поршневих кілець для форсованих двигунів з урахуванням впливу розроблених плазмових покриттів на кільце (патент України № 37750). Розроблені технології дозволяють впровадження їх у виробництво поршневих кілець без погіршення закріплених документацією службових властивостей і структури матеріалу кілець.

Література

1. Соколов О.Д. Оцінка зносостійкості та надійності хромових покриттів для розробки технології їх нанесення на деталі вузла тертя // Проблеми трибології. - 2003. - №2. - С. 130 – 135.
2. Соколов О. Д., Маннапова О. В., Кострицький А. І. Властивості і застосування хромових покриттів, отриманих різними методами // Проблеми техніки. - 2005. - № 3. - С. 110–128.
3. Соколов О. Д., Маннапова О. В. Особливості зношування хромових покриттів поршневих кілець у термонапружених двигунах // Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн. зб.– К.: НАУ, 2008. – Вип. 49, Т. 1. – С. 248–257.
4. Поршневі кільця для форсованих дизельних ДВЗ з додатковою корекцією епюри тисків / О. Д. Соколов, О. В. Маннапова, В. П. Молдаванов, В. І. Твердохліб // ДВЗ. – 2008. – № 1. – С. 124–132.
5. Патент України № 37750, МПК F02F 5/00. Поршневе кільце / О.Д. Соколов, О.В. Маннапова, В.П. Молдаванов, В.І. Твердохліб (Україна). – № u200807726; Заявл. 06.06.2008; Опубл. 10.12.2008. Бюл. № 23. – 4 с.
6. Соколов О. Д., Маннапова О. В. Підвищення зносостійкості сірого чавуну іонним азотуванням // Проблеми техніки. - 2006. - № 2. - С. 46–53.
7. Підвищення корозійної тривкості сірого чавуну іонним азотуванням / О. Д. Соколов, О. В. Маннапова, А. І. Кострицький, А. П. Олік // ФХММ. – 2006. – № 6. – С. 116–118.
8. Підвищення довговічності сполучення “кільце-поршень” електрофізичними видами обробки / О. В. Маннапова, О. Д. Соколов, А. П. Олік, В. І. Твердохліб // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – 2007. – Вип. 40. – С. 144–154.
9. Зносотривкість лазерно опромінених поверхонь поршневих кілець / О. В. Маннапова, О. Д. Соколов, А. П. Олік, А. І. Кострицький, В. І. Твердохліб // ФХММ. – 2008. – Т. 44, № 2. – С. 120–122.
10. Соколов О. Д. Дослідження молекулярного і абразивного зношування плазмових покриттів / О. Д. Соколов, А. П. Олік, О. В. Маннапова // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – 2006. – Вип. 34. – С. 103–109.
11. Маннапова О. В. Трибологічна оптимізація складу металевих плазмових покриттів / О. В. Маннапова, О. Д. Соколов, А. І. Кострицький // Проблеми техніки. - 2007. - № 1. - С. 21–29.
12. Соколов О. Д. Дослідження зносостійкості поршневих кілець термонапружених двигунів після фінішного іонного азотування / О. Д. Соколов, О. В. Маннапова, В. І. Твердохліб // Проблеми трибології. - 2008. - № 3. - С. 57–60.
13. Техніко-економічна оцінка триботехнічних технологій / О. Д. Соколов, О. В. Маннапова, Ю. М. Голованов [та ін.] // Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 50. – С. 194–201.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ХАРЧОВОГО І ЗЕРНОПЕРЕРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

Соколов О.Д., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Представлено дослідження технологій поверхневого зміцнення і порівняльне дослідження зносостійкості зміцнених шарів для застосування на деталях харчового і переробного обладнання. Досліджено надтверді покриття з оксидів, карбідів і нітридів і зміцнення поверхні чавуну і сталі іонним азотуванням, електроіскровим і лазерним гартуванням.

Research of technologies of the superficial consolidating and comparative research of wearproofness of the consolidated layers is presented for application on the details of food and processing equipment. Hard coverages are probed from oxides, carbides and nitrides and consolidating of surface of cast-iron and steel ionic nitriding, electrospark and laser tempering.

Ключові слова: зносостійкість, надтверді покриття, іонне азотування, лазерне опромінювання, електроіскрове легування.

Вступ. Інтенсифікація технологічних процесів харчових і зернопереробних виробництв часто спричиняє підвищення температури і тиску в апаратах, прискоренням руху потоків сировини і готової продукції. Ці фактори неминуче викликають зростання рівня зносу конструкційних і інструментальних матеріалів, що значно знижує експлуатаційну надійність і довговічність обладнання, металоконструкцій і трубопроводів. Яскравими прикладами високого рівня руйнування таких деталей у потоці продукту є розсікувач пневмосепаратора, молотки зернодробарок і пневмотранспортна труба у зернопереробному обладнанні, робочі органи тістоділильних машин, різальні комплекти м'ясорізальних вовчків і кутерів, клапани гомогенізаторів у молочному виробництві тощо. Тому дослідження по розробці технологій зміцнення матеріалів, що виконуються відповідно з держбюджетною науково-дослідною роботою ОНАХТ, є актуальними і становлять теоретичний і практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій [1–4] показує, що пропонуються різні зносостійкі покриття і способи зміцнення, але не існує загального підходу до комплексного вирішення проблеми зношування робочих органів харчових і зернопереробних машин. Усі зернові і харчові продукти мають у своєму складі жири, білки, мінеральні солі й органічні кислоти і руйнування контактуючих з ними металевих деталей обладнання чиниться внаслідок механохімічного зношування, але переважна більшість матеріалів, що показують у дослідженнях підвищену зносостійкість, не допускаються до контакту з харчовими продуктами, що і зостається на сьогодні невирішеною частиною проблеми.

Відповідно до переліку матеріалів, контактуючих з харчовими продуктами, у хлібопекарному, виноробному, консервному, м'ясному і молочному обладнанні із металів допущені тільки алюміній, титан, чавун, сталь вуглецева і сталь хромонікелева, тому наші дослідження були зосереджені саме на цих матеріалах. Нашими попередніми багаторічними дослідженнями щодо застосування в машинобудівних деталях технологій формування надтвердих покриттів з карбідів, оксидів і нітридів [5–7] і технологій зміцнення поверхні деталей іонним азотуванням, електроіскровим і лазерним гартуванням [8–10] доведено принципову можливість застосування вказаних методів для умов механохімічного зношування.

Мета роботи – показ результатів проведених порівняльних досліджень вказаних технологій для подальшого їх застосування щодо деталей харчового і зернопереробного обладнання.

Матеріали і методика. Досліджували покриття з оксиду алюмінію, нанесені на установці УМП5-68 в азотній плазмі, покриття з нітриду титану, нанесені на установці “Булат” і покриття з карбиду хрому, утворені термообробкою хромових покриттів на високовуглецевій сталі. Зміцнення поверхневого шару чавуну і сталі проводили іонним азотуванням на вакуумній установці у плазмі тліючого розряду, лазерним опроміненням на безперервному CO₂-лазері “Спектрофізик” і поверхневим гартуванням графітовим електродом на приладі електроіскрового легування “Дискрет”.

Мікроструктуру досліджували на оптичному і електронному мікроскопах, мікротвердість – на приладі ПМТ-3, рентгеноструктурний аналіз проводили на приладах УРС-0,02 і ДРОН-3, мікрорентгеноспектральний – на приладі GXR-5 фірми “Джеол”. Порівняльні дослідження зносостійкості проводили в умовах граничного тертя ковзання на машині тертя СМЦ-2 у парі з чавуном при швидкостях ковзання 1,3...4,16 м/с, шляху тертя 51 км і навантаженні 1,75 МПа. Контролювали масовий та лінійний зноси зразка і контргіла.

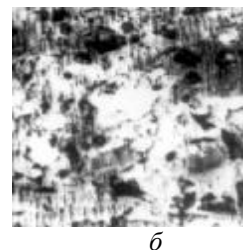
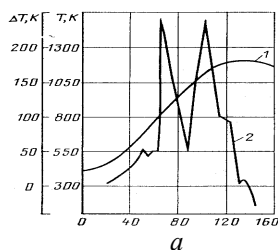
Технології формування надтвердих покриттів з оксидів, карбідів і нітридів для сталевих м'ясорізальних ножів вовчків і клапанів гомогенізаторів

Умови роботи. Практична робота вовчків на м'ясокомбінаті показує, що знос ножів з високовуглецевої сталі У10А при ковзанні по сітці зі сталі У8А за 4...6 годин машинного часу (двозмінна робота) складає на обидва боки зубців 0,3...0,4 мм, а знос сітки – біля 0,1 мм. Геометрично це відповідає закругленню ріжучої кромки до радіуса 20 мкм. Досягнувши таких розмірів, ножі починають недопустимо змінювати м'ясо, тому їх переточують кожен день. Зрозуміло, що ресурс роботи треба задати не менш як вдвічі більшим і для забезпечення ефекту самозаточування необхідно заздалегідь зміцнювати поверхню ножа надтвердими покриттями товщиною 20 мкм.

Процес гомогенізації проходить у щілині розміром менше 0,1 мм між грибок і сідлом клапану гомогенізатора, куди молоко нагнітається плунжерним насосом під тиском 35–45 МПа (350–450 атм., іноді до 600) і рухається зі швидкістю 150–250 м/с. Тиск після входу різко зменшується, інколи доходячи до розрідження у 0,6 атм., відриваючись від стінок потік стає вихровим, у рідині виникає кавітація. При надходженні рідини зношується гостра передня крайка сідла клапана і відповідна їй поверхня. Внаслідок кавітаційних явищ, у щілині на сідлі і клапані з'являються «віспини», а інша робоча поверхня набуває ризик, що відповідають радіальному прямуюванню рідини. Збільшення розмірів «віспин» і ризик призводить до значного зниження ефекту гомогенізації, тому необхідне відновлення сполучених поверхонь, часта заміна клапана. Застосування покриттів з надтвердих оксидів, нітридів і карбідів може значно знизити швидкість зношування відносно об'єму продукту в порівнянні з нержавіючою сталлю 20Х17Н2, (з неї вироблені серійні клапани гомогенізаторів).

Отримання покриттів з оксиду алюмінію. Гідності покриттів з оксиду алюмінію, з огляду на його високу твердість і нешкідливість для харчових продуктів, показують, що при збільшенні їх адгезійної і когезійної міцності, вони можуть в значній мірі протистояти зносу і бути застосовані в харчовому устаткуванні. Згідно з результатами роботи [6] дієвим засобом підвищення міцності плазмових покриттів є збільшення енергії їх формування за рахунок екзотермічних реакцій у порошку під час напилювання, що дозволяє довше підтримувати частки порошку у розплавленому стані. До класу речовин, що виявляють екзотермічний ефект, теоретично відноситься суміш оксиду алюмінію з алюмінієм.

У наших дослідженнях практична перевірка порошку $\text{Al}_2\text{O}_3 + 30\% \text{ Al}$, отриманого капсулюванням алюмінієм часток порошку оксиду, була проведена методом диференціального термографічного аналізу на стандартному приладі при різних швидкостях нагрівання. Температура нагрітого порошку у порівнянні з температурою оксиду стає більшою, показуючи у часі по мірі нагрівання два максимума (833 і 1103 К), що пов'язано з окисненням оболонки алюмінію на частках у твердій і рідкій фазах до $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Термограма приведена на рис. 1а, а мікроструктура отриманого з такого порошку покриття мікротвердістю 14,3 ГПа – на рис. 1б.



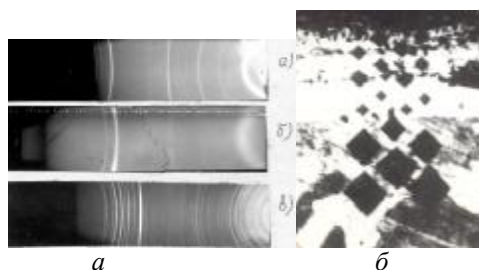
а – термограми порошоків оксиду алюмінію для плазмового напилювання: 1 – Al_2O_3 , 2 – $\text{Al}_2\text{O}_3 + 30\% \text{ Al}$;
б – мікроструктура плазмового покриття $\text{Al}_2\text{O}_3 + 30\% \text{ Al}$, подовжній шліф, $1000\times$.

Рис. 1 – Отримання покриттів з оксиду алюмінію

Отримання покриттів з нітриду титану. Отримане іонно-вакуумним осадженням покриття з нітриду титану завдяки надзвичайно високій мікротвердості в порівнянні з іншими покриттями, високій міцності зчеплення, малій товщині, щільній структурі і нешкідливості для харчових продуктів може стати дієвим засобом підвищення зносостійкості невеликих за розмірами деталей харчового обладнання [7]. У наших дослідженнях покриття з нітриду титану наносили на установці “Булат” при струмі току дуги 100 А, пришвидшувальній напрузі на зразку 120 В, тиску азоту 0,5 Па і температурі 500 °С. Покриття на чавунних і сталевих роликах для машини тертя мають золотавий колір, однофазний склад TiN , мікротвердість 20–22 ГПа і товщину 5–7 мкм із подальшим зміцненням матеріалу у глибину зразка.

Отримання покриттів з карбіду хрому. При проведенні досліджень хіміко-термічного процесу газової карбідизації хромових покриттів [5] було відмічено виникнення шару карбідів хрому на межі по-

криття з високовуглецевою сталлю. Розвиток цього напрямку останнім часом дозволив запропонувати процес високотемпературного дифузійного відпалу деталей харчового обладнання із попередньо нанесеним хромовим покриттям товщиною 20 мкм. Виявлено оптимальні режими обробки: відпал при температурі 1050 °С впродовж 6 годин і гартування від 850 °С у рідкому мастилі при кімнатній температурі. Металографічними і рентгенівськими дослідженнями (рис. 2) встановлено, що мікротвердість отриманого з різних хромових покриттів товщиною 20 мкм шару карбиду хрому складає 19...21 ГПа, переважний склад – Cr_{23}C_6 , кислотостійкість на порядок вища, ніж у вихідних хромових покриттях.



а – структура шару карбідів хрому на сталі, 300^х; б – рентгенограми вихідних вакуумного (а) і гальванічного (б) хромових покриттів і утвореного шару карбідів хрому (в)

Рис. 2 – Отримання покриттів з карбиду хрому

Порівняльні дослідження зносостійкості. Дослідження зносостійкості проводилися у порівнянні із гартованою сталлю У10, з якої виробляють ножі м'ясорізальних вовчків за схемою “ролик - колодка”. Покриття наносили на циліндричну поверхню ролика, котрий обертався у машині тертя із визначеною швидкістю. У якості контртіла застосовували чавунні колодки. Після припрацювання до стабілізації моменту тертя проводили дослідження при граничному режимі змащування. Кожний результат вимірів відповідає середній величині зносу не менш як трьох зразків для досягнення похибки не більше 10 %. Інтенсивність зношування представлена як відношення лінійного зносу до шляху тертя. Результати дослідження, приведені у табл. 1, показують, що досить вагоме (в середньому у три рази) збільшення твердості за рахунок нанесення надтвердих покриттів викликає значне підвищення зносостійкості.

Таблиця 1 – Механічне зношування надтвердих покриттів: знос по масі, мг / інтенсивність зношування, І_н1010; машина тертя СМЦ-2, схема “ролик – колодка”, тиск 1,75 МПа, граничне змащування; контртіло тертя – колодка із сірого чавуну

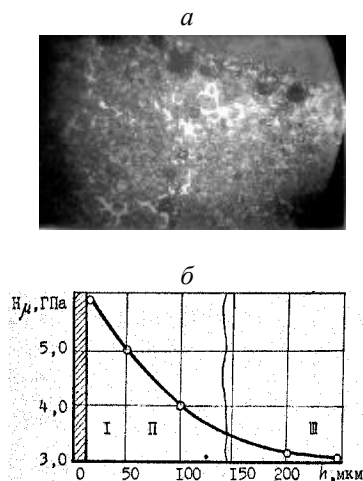
Матеріал і вид поверхневого зміцнення ролика	Твердість поверхні, H _ц , ГПа	Швидкість ковзання					
		1,3 м/с		2,13 м/с		4,16 м/с	
		Ролик	Колодка	Ролик	Колодка	Ролик	Колодка
Гартована сталь У10	6,1	4,8/0,57	6,4/0,77	2,9/0,35	4,8/0,58	1,8/0,22	3,5/0,48
СЧ + ТО карбід хрому	19,5	0,5/0,06	1,7/0,20	1,3/0,16	2,0/0,24	2,6/0,31	2,5/0,30
СЧ + КІБ нітрид титану	20,0	0,4/0,05	1,8/0,22	1,2/0,15	2,1/0,25	2,5/0,30	2,6/0,31
СЧ + оксид алюмінію	14,3	0,5/0,06	2,4/2,92	0,7/0,08	5,0/0,60	0,8/0,10	7,9/0,95

Технології поверхневого зміцнення чавуну і сталі іонним азотуванням, електроіскровим і лазерним гартуванням для розсікувачів пневмосепараторів і молотків зернодробарок

Умови роботи. Розсікувач пневмосепаратора – важка сталева або чавунна тарілка з фігурним опуклим центром діаметром 300–400 мм. На неї подається повітряний потік зерна, який вона відбиває рівномірно по колу для завантаження на наступні операції. За півроку роботи спостерігається значний поверхневий знос, котрий змінює епюру відбиття зерна на приймачі, що призводить до їх нерівномірного завантаження. Молотки зернодробарок – це сталеві пластини, завішані на роторі, крізь який пропускають зерно. Вони значно зношуються у потоці зерна і створюють дисбаланс ротора, від чого зменшується продуктивність процесу.

Такі деталі прості і недорогі при виготовленні, замість застосування спеціальних матеріалів потребують лише поверхневого зміцнення, яке можна було проводити періодично.

Поверхнєве зміцнення іонним азотуванням. У наших дослідженнях [8] іонне азотування чавунних зразків було проведено в середовищі азоту за схемою “катод – зразки, анод – внутрішня поверхня вакуумної камери” у дві стадії: 1) стадія катодного розпилення: напруга – 800 В; густина катодного струму – 1 мА/см²; тиск – 12–14 Па (порядку 10⁻¹ мм рт. ст.); час – 6 хвилин; і 2) стадія насичення азотом: напруга – 800 В; густина катодного струму – 6 мА/см²; тиск – 0,9–1 кПа (порядку 10 мм рт. ст.); час – 1,5...3,0 години при температурі 550 °С для недопущення змін у структурі чавуну. Представлені на рис. 3 результати свідчать, що цей метод дозволяє зміцнити поверхню деталі на глибину 100...150 мкм. Подібні дослідження, проведені нами на сталевих деталях, показують більш вагомі результати, а підвищення температури процесу, яке допустимо для деталей переробного обладнання, дозволяє збільшити глибину і твердість зміцненої зони.



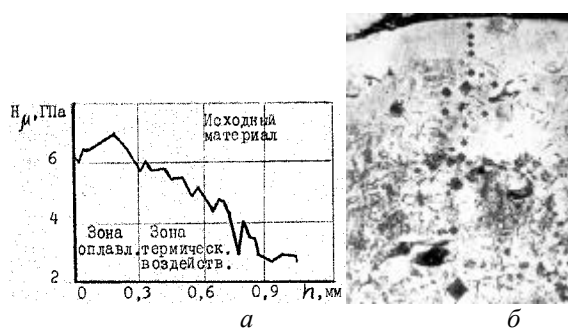
*а – структура поверхневого шару чавуну після іонного азотування. Поперечний шліф, 300^x;
б – залежність мікротвердості від глибини зміцненої зони: I – надтонкий шар нітридів заліза;
II – дифузійний шар твердого розчину азоту у залізі; III – незміцнений шар чавуну.*

Рис. 3 – Поверхнєве зміцнення іонним азотуванням

Поверхнєве зміцнення лазерним опроміненням. В наших дослідженнях [9] опромінення поверхонь проводили на безперервному CO₂-лазері при стабільній потужності 1 кВт на діаметр плями 3 мм і лінійній швидкості руху поверхні під плямою опромінювання 12 см/с, що забезпечувало відсутність проплавлення поверхні із зміною форми. Металографічне вивчення шліфу опроміненого чавуну (рис. 4) показує наявність двох зон від поверхні у глибину: зони гартування до 0,3 мм з мікротвердістю 6...7 ГПа і зони термічної дії від 0,3 до 0,7 мм з відповідним монотонним падінням мікротвердості від 7 до 3 ГПа, після чого спостерігається вихідний матеріал із незміненою структурою і мікротвердістю близько 3 ГПа.

В зоні гартування, як свідчить рентгеноструктурний аналіз, йде розчинення графіту, котрий спливає на поверхню, вирівнюється розподіл і збільшується вміст кремнію, зростає вміст γ -Fe і Fe₃C і падає вміст α -Fe, котрий можна ідентифікувати як низьковуглецевий мартенсит. На відміну від структури вибіленого чавуну, ця зона являє собою дрібнодисперсну суміш, подібну до евтектики, тобто гартування чавуну при лазерному опроміненні йде за квазіевтектичним механізмом. В умовах швидкого охолодження, зародження і зростання кристалів аустеніту, йде одночасно із кристалізацією евтектичних колоній, а виділення вторинного цементиту не встигає пройти, можливо, під впливом кремнію, котрий зсовує евтектичну точку вліво на діаграмі Fe-Fe₃C, утворюючи структуру “квазіевтектика-ледебурит”.

Зона термічної дії має неоднорідну структуру, межа між нею і зоною гартування нерівна із-за ефекту контактного плавлення залізної матриці біля включень графіту, причому насиченість зони термічної дії вуглецем знижується щодо глибини, відповідно знижується й мікротвердість. Графітові включення оточені цілим спектром структурних складових, з яких можна ідентифікувати суміш цементиту із аустенітом, мартенситотроостит і ферит.

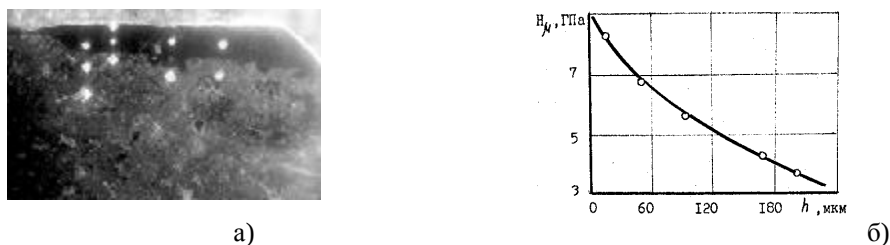


а – залежність мікротвердості від глибини зміцненої зони; б – структура сірого чавуну, опроміненого лазером. Зверху вниз: зона часткового оплавлення, зона гартування і зона термічної дії. Поперечний шліф, $320\times$

Рис. 4 – Поверхнєве зміцнення чавуну лазерним опроміненням

Поверхнєве зміцнення електроіскровим легуванням. Електроіскрова обробка поверхні дає можливість отримувати заглиблені у поверхню покриття з високою адгезією до основи, майже не окисленими і, на відміну від інших способів, дозволяє формувати покриття на дискретних ділянках поверхні з певним кроком. Це надає покриттю більшу міцність при ударних навантаженнях, що особливо цінне для деталей зернопереробного обладнання.

В наших дослідженнях [10] обробку поверхні проводили приладом електроіскрового легування "Дискрет", застосовуючи графітові електроди. Покриття наносили в автоматичному режимі у вигляді періодичних ділянок. Після шліфування оброблених зразків отримували ділянки поверхні з глибиною зміцнених зон до 0,2 мм і градієнтом мікротвердості від 8 ГПа до значень необробленого чавуну (рис. 5). Як показали дослідження структури зміцнених зон і випробування на зношування, отримання гартованих структур при легуванні графітом дає практично той же ефект, що й лазерне гартування.



а – структура поверхневого шару чавуну після електроіскрової обробки графітовим електродом. Поперечний шліф, $300\times$; б – залежність мікротвердості від глибини зміцненої зони.

Рис. 5 – Поверхнєве зміцнення електроіскровим легуванням

Порівняльні дослідження зносостійкості. Дослідження зносостійкості зміцнених шарів проводилися у порівнянні із сірим чавуном СЧ20 за схемою "ролик - колодка". Зміцненню піддавали поверхню ролика, котрий обертався у машині тертя із визначеною швидкістю. У якості контртіла застосовували чавунні колодки. Після припрацювання до стабілізації моменту тертя проводили дослідження при граничному режимі змащування. Кожний результат вимірів відповідає середній величині зносу не менше трьох зразків для досягнення похибки не більше 10 %. Інтенсивність зношування представлена як відношення лінійного зносу до шляху тертя. Результати дослідження, приведені у табл. 2, показують підвищення зносостійкості, найбільш вагомим при лазерному опроміненні і електроіскровому легуванні, котре є найменш витратним.

Таблиця 2 – Механічне зношування сірого чавуну після поверхневого зміцнення: знос по масі, мг / інтенсивність зношування, $I_h \cdot 10^{10}$; машина тертя СМЦ-2, схема "ролик – колодка", тиск 1,75 МПа, граничне змащування; контртіло тертя – колодка із сірого чавуну

Матеріал і вид поверхневого зміцнення ролика	Твердість поверхні, H_v , ГПа	Швидкість ковзання					
		1,3 м/с		2,13 м/с		4,16 м/с	
		Ролик	Колодка	Ролик	Колодка	Ролик	Колодка
Незміцнений СЧ	3,0	6,8/0,82	4,5/0,54	5,8/0,69	3,4/0,41	5,0/0,60	2,8/0,34
СЧ + іонне азотування	5,5	6,0/0,72	0,6/0,07	3,6/0,43	1,0/0,12	2,6/0,31	1,8/0,22
СЧ + гартування лазером	7,0	1,4/0,17	1,0/0,11	2,0/0,24	1,8/0,22	3,0/0,36	2,7/0,32
СЧ + ЕІЛ графітом	7,0	3,8/0,46	0,6/0,07	1,9/0,23	0,5/0,06	2,3/0,28	1,8/0,22

Висновки. Проведені дослідження показали можливість застосування технологій нанесення надтвердих покриттів і методів поверхневого зміцнення на деталях харчового і переробного обладнання. Виходячи з економічності процесу, розмірів деталей і доступності обладнання найбільш перспективними слід вважати технології утворення надтвердих покриттів з нітриду титану і карбіду хрому для ножів м'ясорізальних машин і клапанів молочних гомогенізаторів. Для деталей зернопереробного обладнання найбільш економічною і дієвою видається технологія поверхневого зміцнення електроіскровим легуванням графіту, яка не потребує дорогого обладнання, невимоглива у застосуванні і може застосовуватись безпосередньо на виробництві для періодичного відновлення деталей.

Література

- Соколов О.Д., Слободанюк О.М. Матеріалознавчі проблеми харчового обладнання та упаковки // Наукові праці ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ. - 2001. – Вип. 22. – С. 195–198.
- Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности / Г. А. Прейс, Н. А. Сологуб, А. И. Некоз. – М.: Машиностроение, 1979. – 208 с.
- Некоз С. О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків // Автореферат дис. канд. техн. наук. – Київ: УНУХТ, 2001. – 21 с.
- Лукасік К. Науково-технічні основи підвищення ефективності роботи та довговічності клапанних гомогенізаторів // Автореферат дис. докт. техн. наук. – Київ: УНУХТ, 2003. – 31 с.
- Шахбазов О. К., Чабан С. Г., Соколов А. Д. Износостойкость карбидизированных гальванических и вакуумных хромовых покрытий // Защитные покрытия на металлах. – К.: Наукова думка. – 1975. – Вип. 9. – С. 140–143.
- Соколов А. Д., Пустотина С. Р., Новиков Н. Н., Глухова Л. К. Улучшение прочностных свойств плазменных покрытий введением термореагирующих компонентов // Тракторы и сельхозмашины. – 1988. – № 5. – С. 37–39.
- Соколов А.Д., Вошлов А.Л. Повышение долговечности поршневых колец нитридными покрытиями // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении: Материалы конф. (6 – 8.09.1994, г. Одесса). – К.: УДЭНТЗ, 1994. – С. 50–50.
- Соколов А. Д. Поверхностное упрочнение поршневых колец азотированием в тлеющем разряде // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1982. – №5. – С. 42–44.
- Соколов А. Д., Зеленова С. В., Сафонов А. Н. Лазерное упрочнение поршневых колец // Двигателестроение. – 1986. – № 3. – С. 48–49.
- Соловых Е. К., Ляшенко Б. А., Соколов А. Д. Модернизация машиностроения Украины по технологиям поверхностного упрочнения // Вісник Інженерної академії України. – 2007. – № 2. – С. 112–118.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

**Жуковський Е.Й., д-р техн. наук, професор, Чабаров В.О., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Розглядається проблема розрахунку параметрів функціонування транспортно-складських комплексів на основі аналітичного моделювання і використання теорії масового обслуговування.

The problem of calculation of the parameters of transport and warehouse complexes, functioning on the basis of the analytic modeling and application of the theory of mass service, is being.

Ключові слова: Транспортно-складська система (ТСК), вантажопотік, черга транспортних засобів, система масового обслуговування (СМО), інтенсивність вантажопотоків, канал обслуговування, фаза обслуговування, термін обслуговування транспортних засобів.

Методи розрахунків при проектуванні поточно-транспортних систем (ПТС) складів зводяться до трьох характерних видів аналітичних моделей.

Перша модель відбиває явища надходження й переробки тарно-штучних вантажів як детермінованих; за структурою моделі й вхідної інформації видно, що прибуття вантажопотоків протягом доби приймається рівномірно, а продуктивність обслуговуючих механізмів вважається постійною, що суперечить реальним явищам. Наприклад, формула для визначення кількості вантажно-розвантажувального устаткування (N) у фазі має вигляд:

$$N = \frac{Q_{\text{сум}}}{q_r \cdot T}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{сум}}$ – добовий вантажопотік, т;

q_r – продуктивність устаткування, т/ч;

T – кількість годин роботи устаткування протягом доби, год;

Друга модель також відображає явище переробки вантажів на складах як детерміноване, але в структурі залежності введені добові або місячні коефіцієнти, що дозволяють у деякій мірі враховувати нерівномірність прибуття вантажопотоків і роботи обслуговуючих механізмів. Однак величини поправочних коефіцієнтів змінюються в широких межах і не враховують стохастичність процесів протягом доби, що служить головною причиною утворення черги. До того ж не існує наукових рекомендацій щодо користування наведеними коефіцієнтами. У таблиці наведений ряд коефіцієнтів нерівномірності, що використані у детермінованих розрахунках, а також діапазон їхньої зміни, прийнятий у різних авторів. У переважній більшості випадків вантажопотоки надходять на склад нерівномірно як по величині партій, так і по моментах часу, а обслуговуючі механізми обробляють кожну партію також за випадкові проміжки часу в силу того, що коливаються продуктивність механізмів і величини партій вантажів. Тому використання такої розрахункової моделі приводить до значних помилок у визначенні типу, продуктивності і кількості потрібного устаткування.

Третя модель передбачає використання апарата теорії масового обслуговування, що дозволяє врахувати й навіть розрахувати таке явище, як утворення черги транспортних засобів. Дана модель дає більш високу точність розрахунків. Прикладом такого підходу служить розрахунок $Z_{\text{оч}}$, наведений нижче. Як свідчать проведені дослідження, надходження й обслуговування складських вантажопотоків має характер масового обслуговування. А наявність того факту, що кожна заявка, що надійшла, незалежно від величини черги буде обов'язково прийнята на обслуговування, дозволяє віднести ТСК до систем масового обслуговування (СМО) з очікуванням. У загальному СМО характеризується структурою, що складається з наступних елементів: вхідного потоку заявок; черги заявок, що очікують обслуговування; дисципліни черги; механізму обслуговування. Наведена структура для складської системи ускладнюється, оскільки ТСК складається з ряду послідовно й паралельно зв'язаних каналів (механізмів) обслуговування. Паралельна робота елементів устаткування описується у вигляді багатоканальної СМО з часом зайнятості, що відповідають технологічним циклам окремих одиниць. Послідовне включення одиниць устаткування або їхніх груп у технологічний процес складування вантажів приводить до багатофазних СМО.

Таблиця - Аналітичні методи розрахунку характеристик складських систем

Формула розрахунку	Вхідні й вихідні величини	Значення коефіцієнта нерівномірності	Автори розрахунку
2	3	4	5
$N_T = \frac{Q \cdot K_i}{q_z \cdot T \cdot K_{\alpha\delta}}$	Q – вантажообіг за розрахунковий період (змину, добу, місяць), т;	Для основних матеріалів однорідного характеру $K_n=1,1-1,2$	М.А. Александров Б.Н. Гамалєя
	K_n – коефіцієнт нерівномірності вантажного потоку;		
	q_z – продуктивність транспортного засобу, т/ч;	Для допоміжних матеріалів $K_n=1,4-1,5$	
	T – тривалість періоду, год;	Для матеріалів пов'язаних із сезонністю заготівель і доставки $K_n=1,6-2,5$	
	$K_{вр}$ – коефіцієнт використання часу розрахункового періоду;		
	N_T – кількість транспортних засобів		
$Q_{сут} = \frac{Q_{\alpha}}{T} \cdot \hat{E}_i$	Q_{α} – річний вантажопотік, т;	K_n приймає значення, рівне 1 і більше	О.Б. Маликов
	K_n – коефіцієнт нерівномірності по прийому або видачі вантажів, що враховує коливання вантажопотоків;		
	T – річний фонд робочого часу, дні;		
	$Q_{сут}$ – добовий вантажопотік, т		
$M_{ч} = \frac{M}{\tau_{год}} \cdot \hat{E}_i$	M – добова продуктивність системи обслуговування, т;	$K_n = 1,2$	Н.А. Левачев
	K_n – коефіцієнт нерівномірності перевезень протягом доби;		
	$\tau_{сут}$ – кількість годин роботи протягом доби;		
	$M_{ч}$ – годинна продуктивність системи обслуговування, т;		
$N_{mp} = \frac{Q_{\alpha} \cdot \hat{E}_i}{365 \cdot q_{\alpha\delta}}$	Q_{α} – річний вантажопотік, т;	$K_n = 1,2 - 1,5$	Г.М. Демичев
	K_n – коефіцієнт нерівномірності прибуття або відправлення вантажів;		
	Q_{cp} – середня вантажопідйомність транспортного засобу, т;		
	N_{mp} – кількість транспортних засобів		
$Q_{исут} = \frac{Q_{i\alpha\delta}}{\hat{O}_{i\alpha\delta}} \cdot \hat{E}_i$	$Q_{i\alpha\delta}$ – кількість вантажу в і-м потоці, переміщуваного даними машинами в середньому за добу, т/ч;	Для кондитерської промисловості $K_n = 2-2,5$	С.С. Азриєлович
	K_n – коефіцієнт нерівномірності транспортування вантажів протягом доби;	Для масложирової промисловості (по сировині) $K_n = 4$	
	$T_{сут}$ – час роботи машини протягом доби, год;	По вантажах відправлення $K_n=2-2,5$	
	$Q_{исут}$ – розрахункова кількість вантажу, переміщуваного за добу в і-м вантажопотоці, т/ч	Для змінної роботи $K_n=1,1-1,3$	
$N_m = \frac{24 \cdot \hat{I}_a \cdot \hat{E}_i}{\sum_{i=1}^i t_i}$	P_{α} – кількість вагонів в одній подачі;	$K_n=1,0-1,25$	С.С. Азриєлович
	K_n – коефіцієнт нерівномірності подачі вагонів під навантаження розвантаження;		
	t_i – час робочого циклу по виконанню і – й операції, г		
	N_m – кількість вагонів, що перевантажуються протягом доби		

Особливістю завдань теорії масового обслуговування є випадковий характер досліджуваних явищ. Кількість заявок на обслуговування й інтервали часу між їхніми надходженнями, а також тривалість обслуговування – випадкові. Основним завданням систем цього класу є встановлення кількісних характеристик функціонування СМО (кількість заявок, що обслуговують, що перебувають у черзі та часу обслуговування і т.д.) і їхня залежність від параметрів вхідного потоку й структури самої системи обслуговування. У більшості випадків не вдається побудувати просту математичну модель, що дозволяє в аналітичному виді визначити показники ефективності функціонування. Однак в окремих випадках таку математичну модель вдається створити. Наприклад, коли для будь-якого моменту часу t імовірнісні характеристики досліджуваного процесу в майбутньому залежать тільки від його стану в цей момент часу t і не залежать від того, коли і як система опинилася в цьому стані. Інакше кажучи, математичний аналіз роботи СМО полегшується, якщо процес цієї роботи – марковський (теорія ймовірності). Для цього досить, щоб всі потоки подій (потоки заявок, потоки «обслуговування»), що переводять систему зі стану в стан, були найпростішими. На практиці марковські процеси в «чистому» вигляді не зустрічаються, досить часто доводиться мати справу з процесами, для яких вплив передісторії можна зневажити.

У переважній більшості робіт щодо цієї проблеми розглядається пуассонівський вхідний потік, у якому ймовірність надходження в проміжок часу t кількості заявок K задається формулою Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{K!} \cdot e^{-\lambda t}, \lambda > 0, \quad (2)$$

де λ – інтенсивність потоку.

Причина цього криється в тім, що для інших видів закону розподілу вхідного потоку ще не отримані аналітичні залежності для кількісної оцінки якості функціонування СМО.

Для визначення пропускної здатності системи необхідно задати механізм обслуговування (час обслуговування), що також є випадковим процесом. Це результат нестабільної роботи обслуговуючого устаткування, наявна можливість виходу його з ладу, неідентичності заявок (вантаж надходить до вантажно-розвантажувального фронту і транспортного засобу різної вантажопідйомності) і інших причин. У більшості випадків думають, що тривалість обслуговування різних заявок є незалежною випадковою величиною, що має однаковий розподіл.

У теоретичних і практичних дослідженнях найбільше поширення одержав показовий закон. У цьому випадку спрощуються результати розрахунків, тоді як розробка методів рішення цих завдань при довільному законі розподілу часу обслуговування особливо систем з декількома каналами обслуговування, які функціонують паралельно, зв'язана зі значними труднощами. При показовому законі функція розподілу має такий вигляд:

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (3)$$

де $\mu = \frac{1}{M[t_{\text{обс}}]}$ – інтенсивність обслуговування;

$M[t_{\text{обс}}]$ – математичне очікування часу обслуговування заявок.

Якщо умови утворення й обслуговування черги не занадто складні (у випадку двофазної одноканальної або однофазної багатоканальної системи), то показники якості функціонування (середня довжина черги $Z_{\text{оч}}$, кількість заявок у складській системі Z , тобто в черзі й безпосередньо на обслуговуванні) можуть бути знайдені аналітичними методами, виходячи з умови пуассоновського розподілу вхідного потоку й показового розподілу часу обслуговування (малюнок).

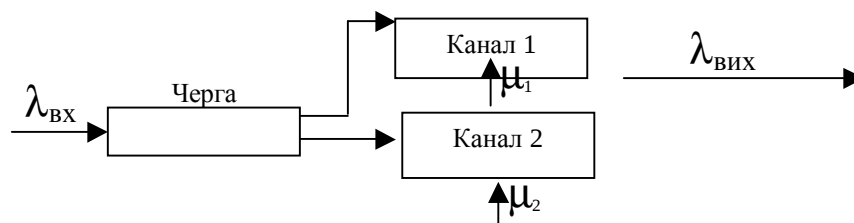


Рис. 1 - Структура однофазної двоканальної системи

Аналітична залежність щодо визначення показників якості функціонування має вигляд:

$$Z_{оч} = \lambda \cdot t_{оч}, \quad (4)$$

$$Z = \lambda \cdot t_{обс}, \quad (5)$$

де $t_{ор}$, $t_{обс}$ – середній час перебування транспорту в черзі й безпосередньо в системі

$\lambda_{вх}$, $\lambda_{вых}$ – інтенсивність вхідного й вихідного вантажопотоків;

μ_1 , μ_2 – інтенсивність обслуговування.

У свою чергу:

$$t_{обс} = t_{оч} + \frac{1}{\mu}, \quad (6)$$

$$T_{оч} = \frac{Z_{ор}}{\lambda}, \quad (7)$$

$$Z_{ор} = \frac{Po(1) \cdot (\lambda / \mu)^k \cdot \rho}{K! (1 - \rho)^2}, \quad (8)$$

де $Po(1)$ – імовірність перебування в складській системі одного транспортного засобу ($=1$) у момент часу $t=0$;

$\rho = \frac{\lambda}{K\mu}$ – навантаження складської системи;

$DO = 2$ – кількість каналів обслуговування у фазі.

$$Po(1) = \left[\sum_{n=0}^{k+1} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda / \mu)^k}{K!} \cdot \frac{1}{1 - \rho} \right]^{-1}, \quad (9)$$

Загальною рисою розглянутих моделей є незначна кількість можливих станів, характеристики складської системи обчислюють рішенням системи лінійних рівнянь. Складність з'являється при зростанні числа простоїв. У цьому випадку визначають можливість відомості системи рівнянь до систем відомого виду, для яких розроблені більше ефективні алгоритми обчислення. Якщо ж не вдається спростити систему, необхідно вдаватися до методу статистичного або імітаційного моделювання.

Висновки

1. Прості аналітичні моделі не дозволяють точно розрахувати параметри обробки вантажів на ТСК через випадковий характером їх надходження та термін обслуговування

2. Метод теорії масового обслуговування дозволяє в значній мірі врахувати ймовірний характер надходження вантажів на склад і термін їх обслуговування. Однак, в випадку ускладнення характеристик потоків вантажів і структури ТСК, слід використовувати метод імітаційного моделювання.

Література

1. Левачев Н.А. Механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в пищевой промышленности. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 270 с.
2. Жуковский Э.И., Федунец А.Д., Чабаров В.А. Об имитационном моделировании транспортно-складских комплексов. – Промышленный транспорт, 1988, №9, с. 31-33.
3. Жуковский Э.И., Чабаров В.А. Комплексная механизация и автоматизация складского хозяйства. – К.: Техника, 1993. - 120 с.

РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ ПРЕДДЕТОНАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ

Волков В.Е., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Розглянуто проблему розрахунку (оцінки) довжини преддетонаційної ділянки, яка є однією з найважливіших проблем сучасної вибухобезпеки та вибухозахисту. Запропоновано схему розрахунку довжини преддетонаційної ділянки, що базується на побудованій раніше теорії гідродинамічної нестійкості та структури хвиль горіння. В свою чергу запропонована схема є основою для інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) з питань вибухобезпеки.

Problem of the calculation (evaluation) of the detonation induction distance, which is one of the most important among the up-to-date explosion-proof and blast-safe problems, is considered. The calculating scheme for the detonation induction distance, which is based on the theory for the combustion waves hydrodynamical instability and structure, is proposed. In its turn the proposed scheme forms the basis for the intellectual decision support systems (DSS) on the explosion-proof problems.

Ключові слова: вибух, вибухобезпека, горіння, полум'я, дефлаграція, детонація, преддетонаційна ділянка, прийняття рішень.

Проблеми вибухобезпеки завжди були й лишаються надзвичайно актуальними. Особливо це стосується зернопереробних підприємств, тому що технології переробки зерна так чи інакше ведуть до створення у значній кількості виробничого пилу з органічних палих речовин [1].

Усі вибухові процеси, що мають за основу неконтрольоване окислення різних палих речовин із виділенням великої кількості теплової енергії, в залежності від швидкості та механізму їх проходження, поділяються на дві групи: дефлаграційні та детонаційні [2,3].

Дефлаграція (розвинена дефлаграція) – це особливий тип горіння, коли полум'я розповсюджується з достатньо високою, проте дозвуковою швидкістю. При цьому створюються досить сильно стиснуті гази, які можуть здійснювати значну механічну роботу. Надмірний тиск має порядок до кількох атмосфер [2,3].

Більш руйнівним вибуховим процесом є детонація – розповсюдження горіння з надзвуковою швидкістю, тобто розповсюдження в палий суміші самопідтримуваної ударної хвилі [2,3]. Ударна хвиля, що завжди розповсюджується з надзвуковою швидкістю, стрибкоподібно підвищує температуру суміші до величини, яка перевищує мінімальну температуру її запалення, і викликає таким чином екзотермічну реакцію, енерговиділення якої підтримує ударну хвилю (в протилежному випадку затухання останньої було б неминучим).

Утворення як дефлаграційних, так і детонаційних вибухових хвиль, в природних (без штучного ініціювання) умовах, які наближені до виробничих, обумовлено нестійкістю нормального горіння (процесу розповсюдження ламінарного полум'я) [2,3]. Як наслідок розвитку внутрішньої нестійкості полум'я, процес горіння автотурбулізується і рух полум'я прискорюється: відбувається шпарке збільшення швидкості фронту горіння у порівнянні з ламінарними режимами. Прискорене полум'я, діючи подібно до поршня у відомій газодинамічній задачі [4,5], створює перед собою ударну хвилю [5]. Ця ударна хвиля може запалити газ (детонація), а якщо таке не відбудеться, може мати досить високу інтенсивність (розвинена дефлаграція) [2,3]. Між початком розповсюдження полум'я та виникненням – у разі розвинення нестійкості процесу горіння – минає певний час, за який фронт полум'я переміщується на певну відстань, яку називають преддетонаційною ділянкою [6]. Слід зауважити, що хоча така ділянка носить назву преддетонаційної, на її краю може виникати як детонація, так і сильна дефлаграційна ударна хвиля. Оцінити довжину преддетонаційної ділянки є однією з важливіших проблем вибухобезпеки, бо така оцінка дає змогу проектувати принаймні вибухобезпечні об'єкти, які можуть бути при цьому пожежонебезпечними.

Мета цього дослідження полягає в розробці схеми розрахунку довжини преддетонаційної ділянки.

Нестійкість та комірчаста структура полум'я досліджені нами у ряді наукових праць [7-10].

Плоске полум'я в необмеженому просторі розглядається або як поверхня розриву [9], або як зона скінченної довжини [7,8]. В обох випадках лінеаризовані збурення в задачі про стійкість мають (по одній з просторових координат і по часу) один і той самий експоненційний вигляд (рис. 1).

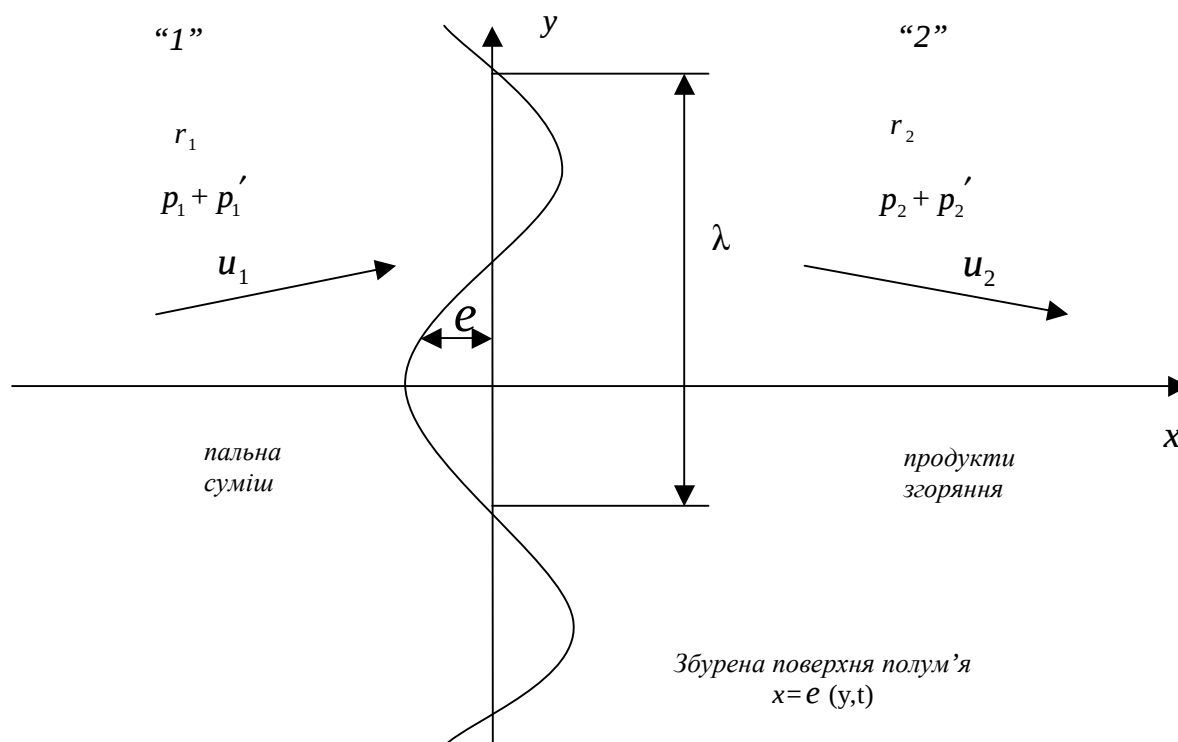


Рис. 1 – Нестационарний потік середовища крізь збурену поверхню плоского полум'я

Тому що будь-яке лінеарізоване збурення по координаті y можливо представити рядом (або інтегралом) Фур'є, тобто отримати його накладенням елементарних хвиль типу $\exp(ihy)$, то достатньо досліджувати тільки таке рішення для довільного хвильового числа $h > 0$, де

$$h = 2\pi / \lambda \quad (1)$$

і, відповідно,

$$\lambda = 2\pi / h, \quad (2)$$

а $\lambda > 0$ – довжина хвилі збурення. Припущення про експоненційну залежність від часу t дає наступний вираз для e :

$$e(y, t) = A_{00} h^{-1} \exp(ihy - iw t), \quad (3)$$

де додатне значення h забезпечує обмеженість величини e при $|y| \rightarrow +\infty$.

Відомий висновок Л.Д. Ландау (1944) про абсолютну нестійкість розривної схеми полум'я, що розповсюджується в ідеальній рідині, може служити тільки якісним поясненням явищ, котрі спостерігаємо [3]. Проте кількісне погодження теоретичних результатів і експериментальних вимірювань вимагає врахування кількох стабілізуючих факторів, а саме: в'язкості, стислості, а також ефекту зміни довжини зони горіння під впливом збурень. Урахування цих факторів [7–9] дає змогу оцінити середній розмір неоднорідностей фронту (комірок) полум'я, що спостерігаються експериментально, довжиною хвилі l_m збурення, яке максимально швидко зростає з часом. При цьому величина l_m визначається аналітично.

Зміна площі фронту горіння відбувається за законом площин [11]. На базі знання закону зміна площі фронту полум'я, в свою чергу, дає змогу за допомогою напівемпіричних формул [6] обчислювати довжину преддетонаційної дільниці.

Таким чином, розрахунок довжини преддетонаційної дільниці відбувається за схемою, зображеною на рис.2.

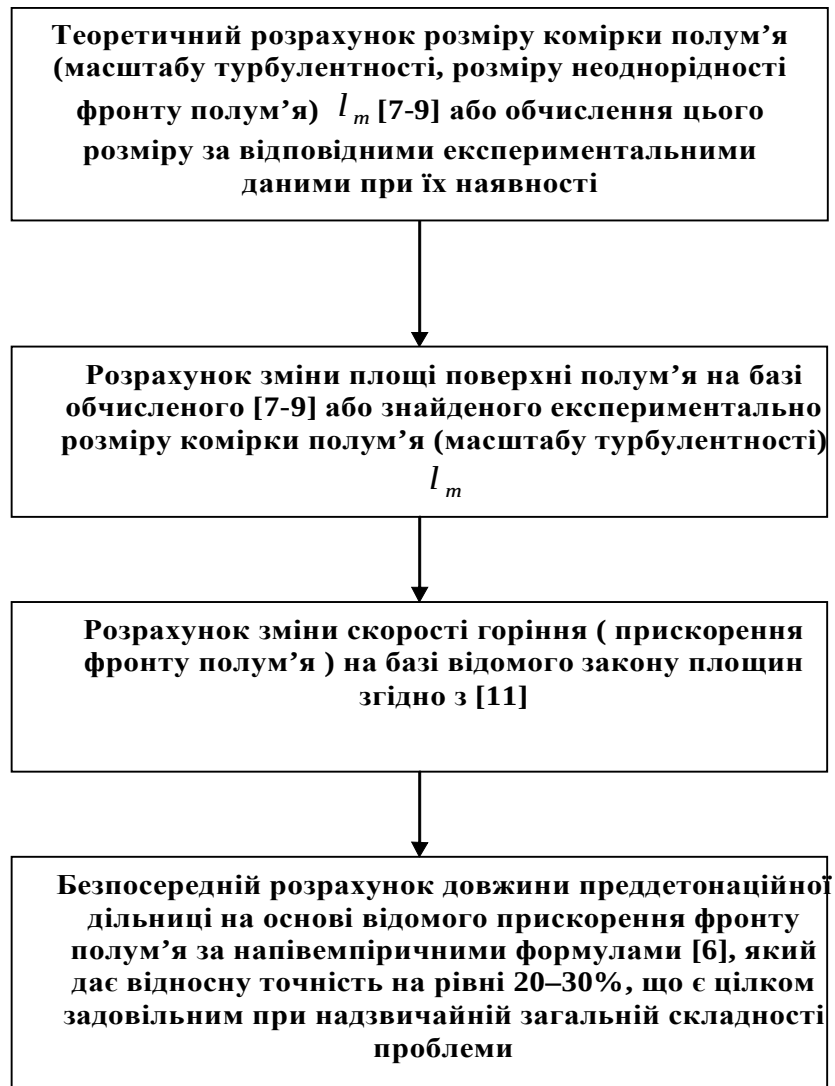


Рис.2 – Схема розрахунку довжини преддетонаційної ділянки

Наведену вище схему розрахунку довжини преддетонаційної ділянки покладено в основу систем підтримки прийняття рішень з питань вибухобезпеки та вибухозахисту [12–14], в основу яких покладено як класичну модель прийняття рішень, так і модель прийняття рішень в умовах невизначеності [15,16], яка базується на теорії нечітких множин та нечіткій логіці [17-19].

Вірний розрахунок довжини преддетонаційної ділянки дає змогу уникнути помилок при проектуванні вибухонебезпечних об'єктів. Подібної помилки було припущено, наприклад, при проектуванні елеватора «DE BRUCE» (Хайсвілл, США), який вибухнув 8 червня 1998 р. [20]. Як показав аналіз причин вибуху [21-23], елеватор був занадто «розтягнутий» уздовж (828,5 м), що дало змогу полум'ю «розігнатися», тому пожежа, що виникла на одному з кінців елеватора перетворилася на вибух (навіть не дефлаграційний, а детонаційний): довжина елеватора в даному випадку була набагато більшою ніж розрахована довжина преддетонаційної ділянки.

Література

1. Васильев Я.Я., Семенов Л.И. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. – М.: Колос. – 1983. – 224 с.
2. Щелкин К.И., Трошин Я.К. Газодинамика горения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – 256 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т.: Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1986. – 736 с.
4. Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. – М.: Гл. ред. Физ.-мат. лит. – 1981. – 368 с.
5. Черный Г.Г. Газовая динамика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1988. – 424 с.
6. Нетлетон М. Детонация в газах. – М.: Мир. – 1989. – 280 с.
7. Асланов С.К., Волков В.Э. Интегральный метод анализа устойчивости ламинарного пламени. – Физика горения и взрыва, 1991, №5. – С. 160-166.
8. Aslanov S., Volkov V. On the Instability and Cell Structure of Flames. – Archivum combustionis, 1992, Vol.12, Nr. 1-4. – P. 81-90.
9. Волков В.Э., Рыбина О.Б. Об устойчивости плоской стационарной волны медленного горения в сжимаемой среде. – Дисперсные системы. XXI научная конференция стран СНГ 20-24 сентября 2004 г., Одесса. Тезисы докладов. – Одесса: "Астропринт", 2004. – С. 75-76.
10. Волков В.Э. Неустойчивость пламени в цилиндрических трубах и взрывные процессы на зерноперерабатывающих предприятиях //Зернові продукти і комбікорми, 2007. – №1, березень 2007. – С. 43-45.
11. Зверев И.Н., Смирнов Н.Н. Газодинамика горения. – М.: Изд-во МГУ. – 1987. – 307 с.
12. Волков В.Э. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Зернові продукти і комбікорми, 2007. – №2, червень 2007. – С. 44-47.
13. Волков В.Э. Теоретические основы построения систем интеллектуальной поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Информационные системы и технологии: Тез. докл. II-го семинара. – Одесса. – 2004. – С. 6-7.
14. Волков В.Э., Макоед Н.А. Теория нечетких множеств в экспертных системах по вопросам взрывобезопасности //Тез. докл. международной научно-практической конференции «Пищевые технологии-2006». – Одесса. – 2006. – С. 157.
15. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
16. Энта Ё. Теория нечетких решений: Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. Часть IV. Практические задачи. – С. 301-312.
17. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. //Information and Control, 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.
18. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
19. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
20. Kauffman C.W. The DeBruce Grain Elevator Explosion //Seventh International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions: Thirteenth International Colloquium on Dust Explosions & Eighth Colloquium on Gas, Vapor, Liquid, and Hybrid Explosions. St. Petersburg, Russia. July 7-11, 2008. – St. Petersburg, 2008. – Vol.3. – P. 3-26.
21. Волков В.Э. Причины взрыва элеватора "DE BRUCE" //Дисперсные системы: Тез. докл. XXIII-ей научной конференции стран СНГ. – Одесса. – 2008. – С. 67-68.
22. Волков В.Э., Попов А.С., Тришин Ф.А. Анализ причин взрыва элеватора "DE BRUCE" //Зернові продукти і комбікорми, 2008. – №3, вересень 2008. – С. 40-44.
23. Волков В.Э., Попов А.С., Тришин Ф.А. Теоретический анализ причин взрыва элеватора "DE BRUCE" // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2008. – Вип. 34. Т.1. – С. 288-291.

СТАБІЛІЗАЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА В ПОТОЦІ. КІБЕРНЕТИЧНИЙ ПІДХІД

Хобін В.А., д-р техн. наук, професор, Гапонюк І.О., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглядається підхід для забезпечення метрологічно-обґрунтованих вимірювань вологості зерна у потоці автоматичними вологомірами. Його сутність – створення автоматизованої системи, де разом з автоматичними використовуються лабораторні вимірювання. Це дозволяє стабілізувати точність автоматичних безперервних вимірювань на рівні точності лабораторних.

The approach for providing of the metrology-well-grounded humidity measurements grain in a stream by automatic hydrometers is considered. Its essence - creation of the automated system where laboratory measurements are used alongside with automatics. It allows to stabilize accuracy of automatic continuous measurements at a level of accuracy of laboratory measurements.

Ключові слова: зерно, вологість, вимірювання, автоматичні вологоміри, метрологія, точність, стабілізація.

Вступ. Гарантування необхідної точності безперервних вимірів вологості рухомої зернової маси на вході і виході зерносушарок є основоположною вимогою створення високоефективних систем автоматичного управління (САУ) процесами сушки. У [1] було обґрунтовано актуальність підвищення точності таких вимірів, перераховано фізичні характеристики зерна, що залежать від вологості, на основі яких розроблялися вологоміри, приведено відібрану «історичною практикою» номенклатуру вологомірів вологості зерна в потоці, доступних на українському ринку, і їхні основні характеристики. Там же наголошується, що значення погрешностей виміру, які наводять розробники вологомірів, м'яко кажучи, слабо метрологічно обґрунтовані. Але одночасно там підкреслюється, що повна метрологічна атестація, зокрема періодична перевірка цих вологомірів неможлива, оскільки метрологічно обґрунтованих і таких, що мають необхідний юридичний статус методик, немає. Їхнє створення неможливе через невизначено велику кількість чинників, які вносять погрешності до результатів вимірів. До числа цих чинників входять, перш за все, характеристики самого зерна, особливості його руху через чутливий елемент (або в його околиці залежно від конструкції), зміни характеристик вимірювального ланцюга з часом. «Коло замкнулося». Враховуючи ще і ту обставину, що потенціал підвищення точності вимірів за рахунок вдосконалення вживаних фізичних методів і пошуку нових, практично вичерпаний, то ситуація з перспективами досить точних вимірів вологості зерна в потоці виглядає тупиковою.

Пропонований вихід з неї – перехід у вимірах від автоматичних приладів до автоматизованих систем, що реалізують алгоритми виміру із зворотним зв'язком. Глибинну суть такого переходу можна сформулювати так: вирішення метрологічних проблем виміру вологості зерна в потоці необхідно вести на основі кібернетичних методів.

Структурна схема прямого виміру вологості зерна в потоці як системи автоматичного виміру. Вживання методів кібернетики вимагає вживання і відповідної термінології [2]. Це важливо, оскільки в методологічному контексті термінологія, що сформувалася в різних науках, апріорі орієнтує дослідника на вживання певних шляхів, методів і методик вирішення завдань. Зазвичай вихідним пунктом досліджень в кібернетичі є представлення об'єкта дослідження як системи, і потім розвитку цієї системи. Графічним відображенням системи є її структурна схема.

Структурну схему виміру вологості зерна в потоці електрофізичними методами, які використовуються в промисловості, наведено на рис. 1. Основні елементи структури, що взаємодіють між собою, об'єкт виміру (ОВ) – шар рухомої зернової маси і вимірювальний пристрій (ВП) – що реалізує, наприклад, діелекметричний (ємнісний) метод виміру вологості. Відзначимо, що ВП поки що розглядається як елемент системи виміру, хоча його також можна розглядати і як систему (підсистему).

Об'єкт виміру. Вихідними змінними ОВ є ті, які для вибраного типу ВП використовуються як інформативні. Для ємкісного первинного перетворювача (ПП) вологості зерна в електричний сигнал вихідної змінної є Z_w , що характеризує діелектричні властивості зерна в змінному електромагнітному полі ПП з параметрами F_{II} . Для резистивного ПП температури зерна в електричний сигнал вихідної змінної є Z_θ , що характеризує величину активного опору ПП, що сприяє струму I_{nn} , що протікає. Відзначимо, що пер-

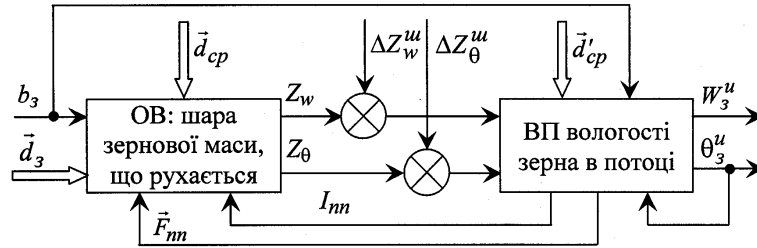


Рис. 1 – Структурна схема виміру вологості зерна в потоці електрофізичними методами, які використовуються в промисловості

винні перетворювачі, в рамках кібернетичної структури, можуть розглядатися як складова частина ОВ, а в рамках технічної структури – частиною ВП.

Вхідними змінними ОВ є ті, які впливають на Z_w і Z_θ :

а) $\vec{d}_\zeta = (W_\zeta, \theta_\zeta, \rho_\zeta, v_\zeta, \dots)^T$ – вектор невизначеної розмірності, що відображає характеристики зернової маси: W_ζ – вологість зерна; θ_ζ – температура зерна; ρ_ζ – об'ємна маса (натура) зерна; v_ζ – швидкість руху зерна та інші, наприклад, вміст білка, солей і заліза, розподіл вологи по біохімічних структурах зерна і ін.;

б) b_ζ – вид зернової культури; відзначимо, що цю змінну винесено з $\vec{d}_\zeta$ у окрему змінну, оскільки її значення не вимагає виміру і завжди вважається відомим;

в) $\vec{d}_{\tilde{\eta}\delta} = (W_{cp}, \theta_{cp}, F_{cp}, \mu_k, \dots)^T$ – вектор невизначеної розмірності, що відображає характеристики середовища, в якому знаходиться ОВ: W_{cp} – вологість повітря в міжзерновому просторі; θ_{cp} – температура повітря в міжзерновому просторі; F_{cp} – інтенсивність електромагнітних полів середовища; μ_k – магнітна проникність металоконструкцій сушарки в околиці яких ведеться вимір вологості і ін.;

г) $\vec{F}_{\tilde{\eta}} = (A_{емк}, \omega_{емк})^T$ – вектор, що відображає характеристики електромагнітних коливань, які генерує датчик у вимірювальний простір (у простому випадку для гармонійних одночастотних коливань має розмірність 2): $A_{емк}$ – амплітуда коливань; $\omega_{емк}$ – частота коливань;

д) I_{nn} можна розглядати як скалярну величину (навіть в тому випадку, якщо цей вимірювальний струм є змінним), що характеризує його діюче значення.

Вхідні і вихідні змінні ОВ пов'язані між собою як причини і наслідки. У формалізованому виді ці зв'язки можна відобразити такими виразами:

$$Z_w = \Phi_w(b_\zeta, d_\zeta, W_\zeta, \theta_\zeta, \dots, \vec{d}_{\tilde{\eta}\delta}, F_{nn}, t), \quad (1)$$

$$Z_\theta = \Phi_\theta(\theta_\zeta, \vec{d}_{\tilde{\eta}\delta}, t), \quad (2)$$

де Φ_w, Φ_θ – апріорі невідомі з високим апостеріорним рівнем невизначеностей функції, що відображають зміни відповідних інформативних змінних від вказаних аргументів;

t – час.

Введення у вирази (1) і (2) змінної t , що раніше не розглядалася, підкреслює, що по суті всі змінні, у тому числі і Z_w і Z_θ , необхідно розглядати як функції часу. При цьому, в загальному випадку, ці функції часу матимуть детерміновані і випадкові складові різних спектрів частот, природу яких достовірно встановити неможливо. Характер залежності (1) відображають рис. 2 – 4. Їх компоненти взято з публікацій розробників автоматичних приладів і тих, хто професійно займається їх калібруванням [3 – 6]. Відзначимо, що до $\Phi_w(\dots)$ відносяться саме крапки, проставлені в полі графіків лінії, довкола яких ці крапки групуються. Це вже графічна форма представлення моделей $\Phi_w^i(W_\zeta, \theta_\zeta)$, які з певною мірою точності описують взаємозв'язок інформативних змінних з вологістю зерна і його температурою. До уважнішого розгляду цих моделей повернемося нижче.

Вимірювальний пристрій. Вихідними змінними ВП, що визначають його функціональне призначення, є обмірювані значення $W_\zeta^a, \theta_\zeta^a$ вимірюваних змінних W_ζ і Z_θ . Змінні I_{nn} і $\vec{F}_{\tilde{\eta}}$ теж є вихідними для ВП, але значення цих змінних залишаються або фіксованими, або змінюються за заздалегідь заданим алгоритмом, тобто не залежать від вхідних змінних ВП. Ці значення (або закони зміни) визначаються на етапі розробки ВП, виходячи з критеріїв ефективності його роботи, і в рамках рішення даного завдання змінюватися не можуть. Тому в наших подальших дослідженнях приділяти увагу змінним I_{nn} і $\vec{F}_{\tilde{\eta}}$ не будемо.

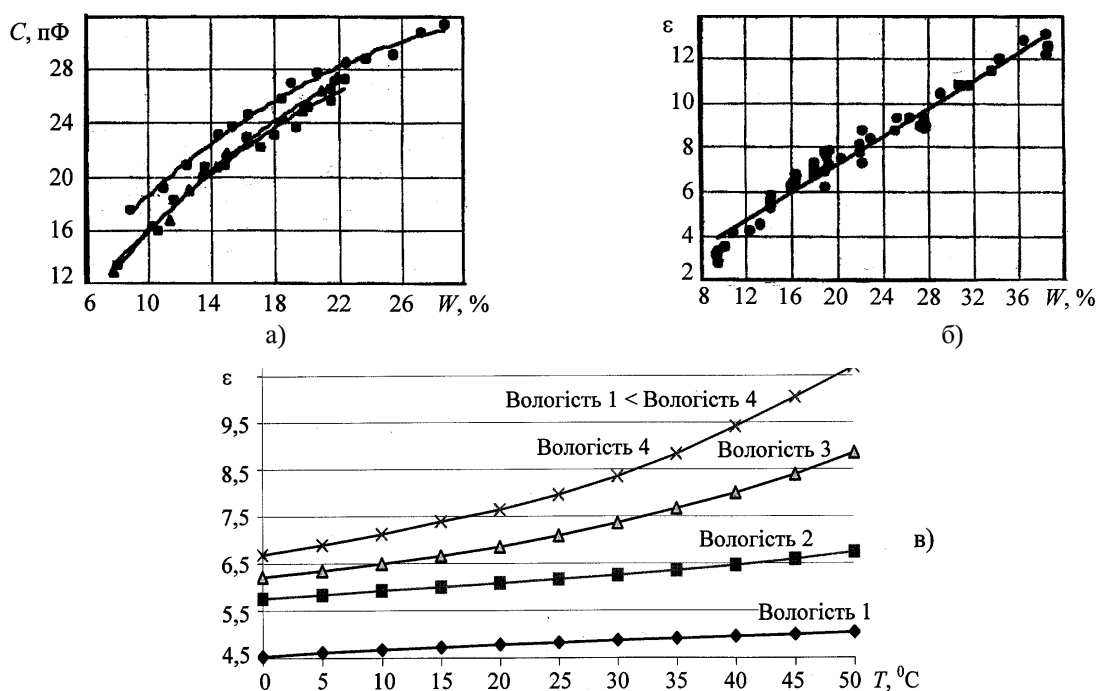


Рис. 2 – Приклад зміни електричної ємності C та відносної діелектричної проникності ε – інформативних змінних автоматичних діелектричних (ВЧ) вологомірів, для різних варіантів виміру:

- а) для трьох різних років вирощування пшениці одного і того ж сорту, див. [3, рис. 2.19];
 б) для дванадцяти різних сортів пшениці, вирощених в різних регіонах, див. [3, рис. 2.20];
 в) для іржі в широкому діапазоні температур, див. [4, рис. 1]

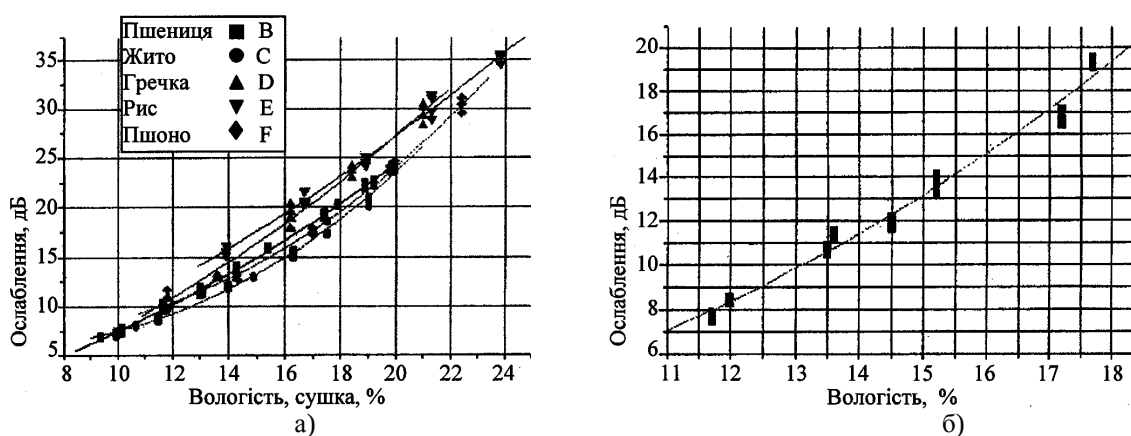


Рис. 3 – Приклади зміни ступеня ослаблення електромагнітного поля – інформативною змінною автоматичних СВЧ- вологомірів:

- а) для зерна різних культур, вологомір МІКРОРАДАР-101, див. [5, рис. 3];
 б) для зерна пшениці, вологомір зерна в потоці МІКРОРАДАР-113, див. [5, рис. 5]

Вхідними змінними ВП є Z_w , Z_θ з адитивними шумами виміру ΔZ_w^θ і ΔZ_θ^θ і вектор $\vec{d}_{cp}'$, що відображає характеристики середовища, в якому знаходиться ВП. Очевидно, що $\vec{d}_{cp}'$ за складом своїх компонентів можна вважати співпадаючим з $\vec{d}_{cp}'$, але значення цих компонентів, в загальному випадку, різні. Шуми виміру ΔZ_w^θ і ΔZ_θ^θ відображають сукупний вплив на точність виміру відповідних змінних тих чинників, які раніше не враховувалися. Це можуть бути, наприклад, зміна імпедансу височастотної лінії зв'язку датчика вологості з часом, зміни опору лінії зв'язку з первинним перетворювачем температури і так далі.

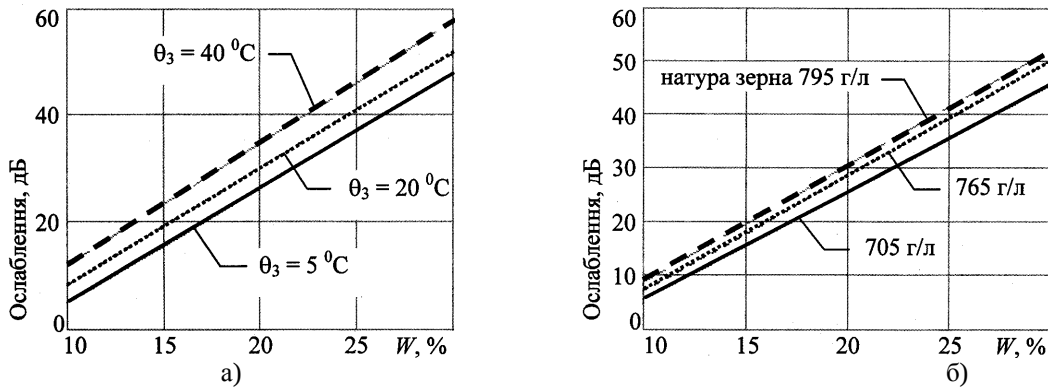


Рис. 4 – Залежність ослаблення потужності СВЧ від вологості зерна пшениці різної температури - а), натури - б), див. [6, рис. 3, 4]

Причинно-наслідкові зв'язки між змінними у формалізованому вигляді можна представити виразами:

$$\begin{cases} W_{\zeta}^{\hat{a}} = \Phi_w(b_{\zeta}, Z_w, \theta_{\zeta}^{\hat{a}}, \Delta Z_w^{\theta}, d'_{cp}, t) \\ \theta_{\zeta}^{\hat{a}} = \Phi_{\theta}(Z_{\theta}, \Delta Z_{\theta}^{\theta}, d'_{cp}, t) \end{cases}, \quad (3)$$

де Φ_w , Φ_{θ} – градувальні характеристики ВП.

Метрологічні характеристики вимірювального пристрою. Градувальні характеристики Φ_w і Φ_{θ} мають бути зворотними функціями Φ_w і Φ_{θ} . Останні в явному вигляді невідомі, тому їх приблизно отримують в лабораторних умовах. Останні дозволяють забезпечити:

- значення компонент d'_{cp} , що відповідають паспортним умовам експлуатації ВП;
- складові шумів вимірів ΔZ^u близькими до нуля;
- досить високу точність значень $W_{\zeta}^{\hat{a}}$ і $\theta_{\zeta}^{\hat{a}}$, що були виміряні, еталонних проб зерна і стабільність їх характеристик на всьому інтервалі часу, коли проводиться метрологічний експеримент.

Чинниками в цьому експерименті є W_{ζ} , θ_{ζ} і b_{ζ} , а функцією відгуку – Z_w . Експеримент завжди повинен проводитися як статистичний, оскільки і обмірювані значення аргументів і обмірювані значення функції принципово мають випадкові складові. Так, погіршеність лабораторних вимірів вологості зерна, що виражена в абсолютних одиницях, складає за ГОСТом 13586.5-85, [7], $\pm 0,5\%$, а за ГОСТом 29143-91-93, [8], орієнтовно $0,2 \dots 0,25\%$ (у цьому документі «прямим текстом» погіршеність методу не вказано).

Поважно підкреслити наступне:

- чим ширше буде статистична вибірка по зерну, що відрізняється роком і місцем вирощання, терміном і умовами зберігання і так далі, тим більше буде дисперсія результатів виміру;
- вибірки відповідної генеральної сукупності, для випадку, що розглядається, не існує принципово.

Хорошу ілюстрацію результатів таких лабораторних експериментів дають рис. 2 і 3, які вже розглядалися вище. Крапками на графіках відзначено результати вимірів, а лінії (найчастіше це лінії регресії) є результатами їх статистичної обробки. Лінії регресії можна розглядати як одну з можливих форм представлення математичної моделі каналу ОВ, отриману за результатами використаної вибірки:

$$Z_w^i = \Phi_w^i(b_{\zeta}, W_{\zeta}, \theta_{\zeta}, \mathbf{r}_w^*), \quad (4)$$

де $\mathbf{r}_w^*$ – вектор оптимальних значень параметрів моделі.

Формально, завдання визначення параметрів моделі (градувальної характеристики) ВП може бути сформульовано таким чином:

$$\mathbf{r}_w^* = \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(Z_{w_{ij}}(W_{\zeta ij}^{\hat{a}}, \theta_{\zeta j}^{\hat{a}}) - Z_w^i(W_{\zeta}, \theta_{\zeta}, \mathbf{r}_w^*) \right)^2, \quad (5)$$

де $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ – кількість експериментів, проведених з різними вологостями (i) і температурами (j) зерна при загальній кількості експериментів $n \times m$;

$Z_{w_{ij}}$ – значення інформативного параметра ВП у експерименті за визначенням вологості лабораторним методом з номером експерименту ij;

$W_{\zeta ij}^{\hat{a}}$ – значення вологості зерна, визначене лабораторним методом в експерименті з номером ij;

θ_{cj}^a – обмірювані значення температур зерна в експериментах, до складу номера якого входить j ;

$\vec{a}_w$ – вектор параметрів моделі ВП, що підлягає визначенню.

Завдання (5) може вирішуватися аналітичними або алгоритмічними методами. Аналітичні методи, як правило, зводять до методу найменших квадратів, який передбачає завдання моделі Z_w^i у вигляді степеневого полінома. Алгоритмічні (чисельні) методи не вимагають вибору моделі спеціального вигляду. Це дозволяє обирати її з міркувань фізичної обґрунтованості, що, як правило, вимагає меншої кількості параметрів моделі для досягнення тієї ж точності опису експериментальних даних. А це, у свою чергу, забезпечує вищий рівень її адекватності об'єкту-оригіналу.

Адекватність об'єкту моделювання є найважливішою властивістю математичних моделей. Оцінка адекватності може вестися на основі різних критеріїв. Часто, у тому числі у вже цитованих публікаціях [3, 5], для оцінки якості моделі використовується найбільш простий показник – коефіцієнт кореляції $r \in [0; 1]$. На жаль, значення коефіцієнтів кореляції там наводяться без їх належного аналізу. При цьому головним свідомством хорошого результату моделювання є близькість значення r до 1, що «інтуїтивно відчувається».

Розглянемо два приклади. Перший приклад. У [3], див. рис. 2,б даної статті, лінію регресії представлено у вигляді (для «кімнатної» температури θ_3): $Z_w^i \equiv \varepsilon = a_1^* W_\zeta + a_0^* = 0,312 W_\zeta + 1,03$ при $r = 0,97$. Другий приклад. У [5], аналізуючи результати випробування вологоміра МІКРОРАДАР-101 для зерна пшениці, автор відзначає наступне: «Статистичний аналіз отриманих результатів цих випробувань дає величину СКО = 0,164 і коефіцієнт кореляції $r = 0,9989$. Настільки високий коефіцієнт кореляції вказує на практично аналітичну залежність ослаблення мікрохвиль від вологості зерна...».

Дійсно, самі значення r в обох прикладах вельми близькі до 1. Але чи дає це підставу вважати, що це вказує на високі метрологічні властивості ВП? Для оцінки метрологічних властивостей ВП найчастіше застосовують показник, що називають класом точності – γ_w^{max} . Він чисельно дорівнює максимально допустимій відносній наведеній погрішності виміру, вираженій у відсотках. Для вологомірів її можна записати в наступному вигляді:

$$\gamma_w = \left(\Delta W_\zeta / \Delta W_\zeta^{aa} \right) 100 \% ; \quad \gamma_w^{max} = \left(\Delta W_\zeta^{max} / \Delta W_\zeta^{aa} \right) 100 \% , \quad (6)$$

де γ_w , γ_w^{max} – відносна наведена погрішність виміру і її максимальне значення;

ΔW_ζ , ΔW_ζ^{max} – абсолютна погрішність виміру вологості і її максимальне допустиме значення для ВП класу точності γ_w^{max} ;

ΔW_ζ^{aa} – діапазон виміру вологості ВП.

У [9] підкреслюється, що значення r пов'язані з γ_w ВП дуже нелінійно. Так, для діапазону класів точності ВП $\gamma_w^{max} \in (2,5 - 0,25) \%$, який характерний для засобів виміру, відповідає діапазону зміни коефіцієнта кореляції $r \in (0,999 - 0,99999)$. При цьому для першого прикладу при $r = 0,97$ $\gamma_w \approx 14 \%$, а для другого прикладу при $r = 0,9989$ $\gamma_w \approx 3 \%$. Якщо вважати, що $\gamma_w = \gamma_w^{max}$, то для діапазону виміру вологості зерна $W_\zeta \in (10 - 30) \%$, тобто $\Delta W_\zeta^{aa} = 20 \%$, абсолютні погрішності можуть досягати наступних значень: $\Delta W_\zeta^{max} = 2,8 \%$ – для першого прикладу; $\Delta W_\zeta^{max} = 0,6 \%$ – для другого прикладу.

Ці результати можна інтерпретувати таким чином. Ємнісний (ВЧ) вологомір, який використовувався в першому випадку, застосовувати не можна без переградуювання його під конкретний вигляд зерна – погрішність виміру дуже висока. СВЧ- вологомір забезпечує досить високу точність вимірів вологості, але лише для того зерна, на якому його було відкалібровано. Тут необхідно зробити застереження. Останнє зауваження буде справедливим лише в тому випадку, якщо статистичний експеримент, на підставі якого було зроблено висновок про дуже високі для виміру вологості ступені кореляції ($r = 0,9989$) даних експерименту і точності виміру ($\Delta W_\zeta^{max} = 0,6 \%$) було проведено з урахуванням усіх вимог до статистичних експериментів. Зокрема, було враховано погрішність виміру вологості методом висушування. Прямих відомостей в [5] про це немає, як немає відомостей про ГОСТ, який використовувався для визначення цієї вологості лабораторним методом.

Сказане вище стосувалося автоматичних лабораторних вологомірів, для яких застосовують спеціально підготовлені проби зерна. Для вологомірів зерна в потоці виникають додаткові, причому нестаціонарні погрішності. Тому дати коректну метрологічну оцінку таким вологомірам безвідносно до фактичного стану всіх елементів вимірювального перетворювача і градування (калібрування) ВП на конкретний вид зерна неможливо. Метрологічні характеристики, які наводяться розробниками таких вологомірів

(див. зведений перелік в [1]), викликають сумніви в їх вірогідності.

Структурна схема автоматизованої системи виміру вологості зерна в потоці. Підкреслимо ще раз наступне. На сьогоднішній день, коли надії на можливості нових фізичних принципів виміру вологості зникли, необхідно визнати той факт, що автоматичні вологоміри зерна в потоці не можна розглядати повною мірою як засіб виміру. Це пов'язано з тим, що забезпечити єдність вимірів можна лише тоді, коли (далі цитується по [10, п. 13.1 «Єдність вимірів»]) «погіршеності результатів відомі і із заданою імовірністю не виходять за встановлені межі». У разі виміру вологості зерна в потоці це неможливо. Причому неможливо принципово, оскільки і нові фізичні принципи вимірів не дозволили створити для них еталонів вологості, а без них метрологічну атестацію, зокрема – перевірку, засобу виміру не можна провести. Одночасно визначення вологості зерна лабораторним методом висушування повністю метрологічно забезпечено [7, 8].

Таким чином, розглянуто два альтернативних варіанти виміру вологості як варіанти інформаційної основи управління процесом сушки зерна. Вони мають наступні достоїнства і недоліки.

Автоматичний вимір. Достоїнства: 1) відсутність «ручних» операцій при вимірах дозволить реалізувати завдання стабілізації вологості зерна на виході зерносушарки у вигляді автоматичної системи регулювання; 2) інформація про вологість зерна є безперервною у часі змінною з практично нульовим запізненням у каналі виміру, а це дозволить в автоматичній системі регулювання досягти досить високої динамічної точності стабілізації цієї вологості в околиці значень, близьких до гранично-припустимих [11]. Недолік: за результатами вимірів неможливо ідентифікувати причини зміни сигналу з ВП: або це зміна вологості, або це лише зміна інших електрофізичних властивостей зерна, або обидва чинники змінюються одночасно. Це обумовить дуже низьку та неприйнятну для практики статичну точність стабілізації вологості зерна на виході із сушарки.

«Ручний» лабораторний вимір. Достоїнство: гарантована стандартизованою процедурою точність виміру вологості. Недоліки: 1) лабораторні дослідження вимагають старанності проведення процедури і значних витрат робочого часу; 2) інформація про вологість як динамічний процес є гратчастою функцією часу $t_i \in t, i=1, \infty$ із запізненням, крок квантування якої дорівнює інтервалу відбору проб зерна для визначення вологості, а запізнення дорівнює часу виконання процедури $\tau^{\text{лаб}}$. Другий недолік «ручного» визначення вологості зумовлює низьку динамічну точність стабілізації вологості зерна і при управлінні вологістю кваліфікованим уважним оператором, і автоматично регулятором. Це обумовлюється двома чинниками. По-перше, гратчаста функція часу прямо або побічно відновлюється в безперервну з використанням процедури її екстраполяції. Причому частіше така екстраполяція реалізується як фіксація. Так, наприклад, регламентом роботи сушарки ДСП-32 передбачений відбір проб зерна для визначення вологості через кожні дві години, а час перебування зерна в сушарці при її номінальній продуктивності складає приблизно одну годину. По-друге, час запізнення в контурі регулювання, тобто час процедури визначення вологості за ГОСТом 13586.5-85, складає приблизно 1,5...2 години.

З потенційно можливих альтернатив взаємодії автоматичних і «ручних» засобів виміру вологості зерна в потоці, тобто варіантів структури автоматизованої системи виміру, найбільш перспективною і природною для застосування в системах автоматичного управління сушкою зерна є система, яку надано на рис. 5.

Її особливість полягає в тому, що системою управління використовується інформація з автоматичного вологоміра, а його градувальна характеристика (математична модель) періодично коректується за результатами лабораторних вимірів вологості. Вона дозволяє об'єднати сформульовані вище достоїнства процесів (систем) управління вологістю зерна на виході зерносушарок, зберігши як недолік лише витрати ручної праці на процедуру визначення вологості зерна в лабораторії. Найбільш важливі характеристики процедур визначення вологості за ГОСТом 13586.5-85 і ГОСТом 29143-91 наведено у таблиці. 1.

Розрахунок вологості зерна $W_{\zeta}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta})$ при лабораторних вимірах здійснюється за результатами паралельних вимірів вологості двох наважок $W_{\zeta 1}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta})$ та $W_{\zeta 2}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta})$. Їхні результати усереднюються, якщо виконується умова їх збіжності: $W_{\zeta}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) = \left| W_{\zeta 1}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) - W_{\zeta 2}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) \right| \leq \Delta W_{\zeta \hat{a}\hat{a}}^{\hat{a}\hat{a}}$.

Для ГОСТ 13586.5-85 $\Delta W_{\zeta}^{\hat{a}\hat{a}} = 0,20$, для ГОСТ 29143-91 $\Delta W_{\zeta}^{\hat{a}\hat{a}} = 0,15$.

Якщо попереднє підсушування зерна для помелу наважки не потрібне, то розрахунок вологості наважок ведеться за наступними формулами:

$$W_{\zeta 1}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) = \frac{m_{11} - m_{21}}{m_{11}} 100 \% + K; \quad W_{\zeta 2}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) = \frac{m_{12} - m_{22}}{m_{12}} 100 \% + K,$$

а з попереднім підсушуванням:

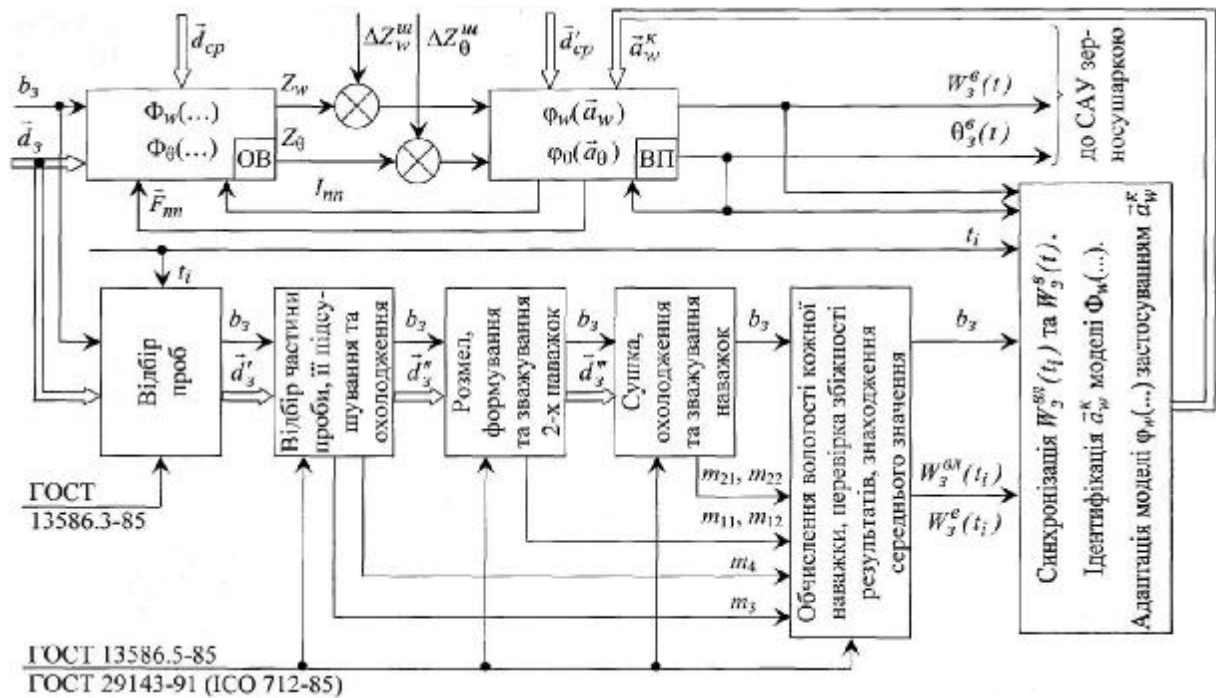


Рис. 5 – Структурна схема автоматизованої системи виміру вологості зерна в потоці
(m – маса проб і наважок, перші індекси позначень відповідають індексам за ГОСТом 13586.5-85, п. 5.2)

Таблиця 1 – Найбільш важливі характеристики процедур визначення вологості
за ГОСТом 13586.5-85 і ГОСТом 29143-91

№ п/п	Показник	ГОСТ 13586.5-85	ГОСТ 29143-91 (ISO 712-85)
1.	Маса проби, яка береться із середньої відібраної для визначення вологості	(300 ± 10) г	не задана
2.	Маса наважок, що формується для попереднього підсушування (кондиціонування)	(20 ± 0,1) г (одна)	мало чим більше 5 г (дві)
3.	Маса наважок, що формується для остаточного висушування	(5 ± 0,05) г	мало чим більше 5 г
4.	Точність виміру мас	10 мг	1 мг
5.	Час попереднього підсушування	за таблицею, в залежності від вологості, від 3 хв.	4 – 7 хв.
6.	Час охолодження після попереднього підсушування	5 хв. в охолоджувачі АУО	не менше 2 годин, без ексикатора
7.	Час остаточного висушування (з моменту досягнення температури 130°C)	60 хв., 90 хв. – кукурудза	120 хв. кукурудза – ні
8.	Час охолодження після остаточного висушування	20 хв. в ексикаторі	30 – 45 хв. в ексикаторі
9.	Загальний час проведення вимірів, не менше	1,5...2 години	4,5...5 годин
10.	Використання у формулі розрахунку вологості поправочних коефіцієнтів для компенсації методичної погрешності	береться за таблицею в залежності від культури (0,1 – 0,45) %	ні
11.	Умова збіжності двох паралельних вимірів (різниця їх результатів)	не більш ± 0,2 %	не більше 0,15 г волиги на 100 г проби, ± 0,15 %
12.	Точність вимірів вологості, що декларується	± 0,5 %	± (0,2 – 0,25) %

$$W_{\zeta 1}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) = \left(1 - \frac{m_{21}m_4}{m_{11}m_3}\right) 100 \% + K; \quad W_{\zeta 2}^{\hat{a}\hat{a}}(b_{\zeta}) = \left(1 - \frac{m_{22}m_4}{m_{12}m_3}\right) 100 \% + K,$$

де m_{11} і m_{12} – маси 1-го і 2-го наважок розмеленого зерна до їх висушування;

m_{21} і m_{22} – маси 1-го і 2-го наважок розмеленого зерна після їх висушування;

m_3 і m_4 – маси частини відібраної проби цілого (нерозмеленого) зерна до і після її попереднього підсушування;

K – поправочний коефіцієнт, що компенсує методичну погрішність виміру, $K = 0,1 \dots 0,45$ для ГОСТу 13586.5-85, $K = 0$ для ГОСТу 29143-91.

Зв'язок, точніше – *зворотний зв'язок*, між автоматичними і «ручними» (лабораторними) вимірами вологості зерна здійснює блок, який виконує функції синхронізації результатів цих вимірів, ідентифікації поточних значень параметрів $\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}$ моделі $\Phi_w(\dots)$ об'єкту виміру, адаптації, на основі результатів ідентифікації, параметрів моделі $\Phi_w(\dots)$ вимірювального пристрою. Адаптація моделі $\Phi_w(\dots)$, у межах термінів метрології, є *перекалібруванням* його градувальної характеристики. Важливо, що це перекалібрування виробляється в умовах електрофізичних властивостей зерна та первинного перетворювача ВП, які безперервно змінюються.

У статистичній, тобто без врахування безперервності змін властивостей ОВ, що ідентифікуються, і витрат часу на проведення еталонних вимірів вологості, методична основа алгоритму ідентифікації близька до основ методу тестових вимірів [12]. У найзагальнішому випадку, відповідно до цього методу, визначення (ідентифікація) скоректованих параметрів $\mathbf{a}_w^{\hat{e}}$ моделі інформаційного каналу об'єкту виміру, ведеться на основі розв'язання системи рівнянь, отриманих із рівняння цієї моделі (4):

$$\mathbf{a}_w^{\hat{e}} = \arg \begin{cases} \hat{O}_w^i(b_{\zeta}, W_{\zeta 1}^e, \theta_{\zeta 1}^e, \mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}) = Z_{w_{11}}^e \\ \hat{O}_w^i(b_{\zeta}, W_{\zeta j}^e, \theta_{\zeta j}^e, \mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}) = Z_{w_{ij}}^e \\ \hat{O}_w^i(b_{\zeta}, W_{\zeta n}^e, \theta_{\zeta n}^e, \mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}) = Z_{w_{nm}}^e \end{cases}, \quad (7)$$

де $W_{\zeta i}^e$, $\theta_{\zeta j}^e$ – значення вологості і температури еталонів вологості зерна (i -тий еталон вологості при j -тому значенні температури);

$Z_{w_{ij}}^e$ – значення електричного сигналу на виході первинного перетворювача вологості зерна при зміні ним еталонів вологості (i -тий еталон вологості при j -тому значенні температури);

$i = 1, n$, $j = 1, m$ – номери еталонів вологості зерна і температур, при яких ці еталони вимірюються.

Очевидно, що кількість рівнянь у системі (7) має дорівнювати розмірності вектора параметрів $\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}$ моделі $\hat{O}_w^i(\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}})$, які визначаються в результаті її розв'язання.

Підкреслимо принципові відмінності методології ідентифікації параметрів $\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}$ і $\mathbf{a}_w^{\hat{e}}$ із застосуванням процедур (5) і (7) відповідно. При ідентифікації $\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}$ її інформативну основу складають результати спеціальним чином організованого *статистичного* експерименту. На основі його результатів обирається вид моделі (проводиться її структурна ідентифікація), визначаються значення $\mathbf{a}_w^{\mathbf{r}}$ (параметрична ідентифікація) і перевіряється адекватність вибраної моделі з цими значеннями коефіцієнтів для всіх діапазонів зміни контрольованих і неконтрольованих чинників. При цьому загальна кількість експериментів багаторазово перевершує кількість визначуваних коефіцієнтів. При ідентифікації $\mathbf{a}_w^{\hat{e}}$ значення коефіцієнтів визначаються:

- а) для вже вибраного виду моделі;
- б) для істотно менших діапазонів варіювання вимірюваних змінних;
- в) на інформативній основі, яку складають результати спеціальним чином організованого детермінованого експерименту.

Все це значно спрощує завдання ідентифікації, особливо в тих окремих випадках, коли умови її рішення можна розглядати як вироджені.

Висновок. Підкреслимо ще раз, що створення високоефективних систем автоматичного управління процесами сушки зерна вимагає неперервного автоматичного виміру вологості зерна в потоці. Головною вимогою до таких, як і будь-яких інших, вимірів є забезпечення необхідної точності і стабільності метрологічних характеристик каналу виміру. Суть проблеми автоматичних вимірів – неможливість створення метрологічної міри вологості зерна для автоматичних вологомірів.

Для метрологічно обґрунтованих автоматичних вимірів вологості зерна в потоці і стабілізації метрологічних характеристик каналу виміру пропонується реалізація автоматизованої системи вимірів. У такій системі, поряд з каналом автоматичних безперервних вимірів, зберігається канал періодичних лабораторних вимірів, точність яких забезпечено стандартизованою методикою виміру. Це дозволяє реалізувати в системі спеціальний негативний зворотний зв'язок. Функціонування контура цього зворотного зв'язку дозволить вирішити завдання стабілізації точності автоматичних вимірів вологості на рівні точності лабораторних вимірів при змінах в широких діапазонах властивостей зерна і дрейфу характеристик компонентів автоматичного вологоміра.

Наступний етап досліджень – конкретизація алгоритмів функціонування контура зворотного зв'язку для конкретних особливостей зміни вологості зерна на вході і виході зерносушарок.

Література

1. Хобин В.А., Гапонюк И.О. Измерение влажности зерна в потоке: актуальность, технические средства, проблемы точности, пути решения // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2009. – № 4(70). – С. 41 – 44.
2. Словарь по кибернетике: Св. 2000 ст. / Под ред. В.С. Михалевича. – 2-е изд. – К.: Гл. ред. УСЭ им. М.П. Бажана, 1989. – 751 с.
3. Секанов Ю.П. Влагометрия сыпучих и волокнистых растительных материалов. – М.: ВИМ, 2001. – 189 с.
4. Просянык А.В., Клабуков В.Ф., Соснин К.В. Влагомер зерна в потоке – мал золотник, да дорог // <http://www.dnvpeldorado.dp.ua>
5. Ренгарт И.И. Влагомеры микрорадар – контроль влажности от приемки зерна до готового продукта // <http://microradar.narod.ru/all/physics/mw1/mw1.htm>
6. Лыков А.Г. Исследование и обоснование структуры электронного устройства контроля влажности зерна // <http://masters.donntu.edu.ua/2001/kita/lykov/diss/index.htm>
7. ГОСТ 13586.5-85. Зерно. Метод определения влажности. – Взамен ГОСТ 3040-55 в части метода определения влажности; Введ. 14.11.85. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
8. ГОСТ 29143-91 (ИСО 712-85). Зерно и зернопродукты. Определение влажности (рабочий контрольный метод). – Введ. 05.12.91. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 5 с.
9. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1991. – 304 с.: ил.
10. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-99, Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск: изд-во стандартов. – Москва, 2003. – 50 с.
11. Хобин В.А., Степанов М.Т., Гапонюк И.О. Повышение энергетической эффективности процессов сушки зерна на базе систем гарантирующего управления // Мат. III Международ. науч.-практ. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) СЭТТ – 2008». – Москва – Тамбов: Мат. в 2-х т. – Т. 1. – С. 334 – 343.
12. Бромберг Э.М., Куликовский К.Л. Тестовые методы повышения точности измерений. – М.: Энергия, 1978. – 176 с.

УДК 664:621.1.016

КІНЕТИКА СУШІННЯ ПШЕНИЦІ В АПАРАТАХ НА БАЗІ ТЕРМОСИФОНІВ

**Бурдо О. Г., д-р техн. наук, професор, Безбах І. В, канд. техн. наук, Донкоглов В. І., асп.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Розглянуто апарати на базі термосифонів для сушіння. Наведено результати експериментальних досліджень.

Devices on the basis of thermosiphons for drying are considered. Results of experimental researches are presented.

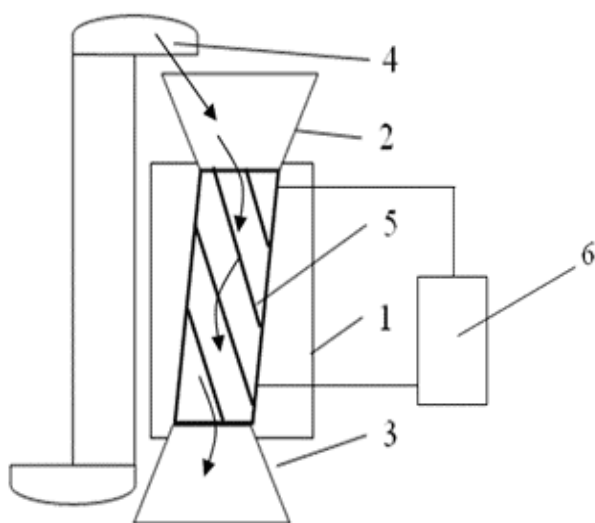
Ключові слова: термосифони, пшениця.

Для вирішення завдання збереження й поліпшення якості дисперсних харчових продуктів у харчовій промисловості використовують комплекс різних заходів. Зокрема до них належать сушіння, активне вентилявання. Найпоширенішим є конвективний спосіб сушіння, при якому теплота передається до продукту від суміші топкових газів з повітрям або від чистого повітря, попередньо нагрітого в калорифері. Характер розвитку сушильної техніки, аналіз літературних джерел показують, що енергетичному аналізу зерносушильної техніки не приділялося належної уваги. Сушіння є енергоємним процесом.

Фізична енергія, необхідна для перетворення 1кг води в пару становить 2.5 МДж, однак сушильні технології споживають в 2.5...3 рази більше [1]. Підбір раціонального способу сушіння, або комбінація способів впливає на енерговитрати і якість готового продукту.

Для сушіння дисперсних харчових продуктів видається перспективним використовувати конструкції на базі термосифонів (ТС), у яких за рахунок форми статичного теплового модуля буде здійснюватися перемішування продукту, що рухається щільним гравітаційним шаром (рис. 1).

Сушарка на базі ТС (рис. 1а) складається із сушильної шахти 1, завантажувального бункера 2, прийомного бункера 3, норії 4, конденсатора 5. Інтенсифікація процесу тепломасообміну в апараті досягається за рахунок руйнування теплового і дифузійного прикордонних шарів.



а)



б)

а) сушильна установка; б) конденсатор ТС – вид зверху.

Рис. 1 – Конструкція сушарки на базі ТС

Досліджувалася кінетика сушіння пшениці в сушарці на базі ТС. Дослідження проведені в такому діапазоні (табл. 1). Вологість зерна змінювали від 12 до 25 %.

Експериментальна установка включала шахту, норію, прийомний і завантажувальний бункери, шиббер (рис. 2). Продуктивність норії регулювалася шляхом зміни поперечного перерізу потоку зерна.

Термопари розташовувалися по висоті сушильної шахти. Для вимірювання температури зернового потоку всередині шахти використано три термопари. Дані первинних перетворювачів температури надходили на АЦП, перетворювалися в цифровий сигнал і вводилися в ПК.

Інтервал реєстрації даних – 10 с.

Температуру повітря, що виходить із сушарки, визначали за допомогою стандартного психрометра й двох термопар, дані яких передавалися на ПК. Дані порівнювалися.

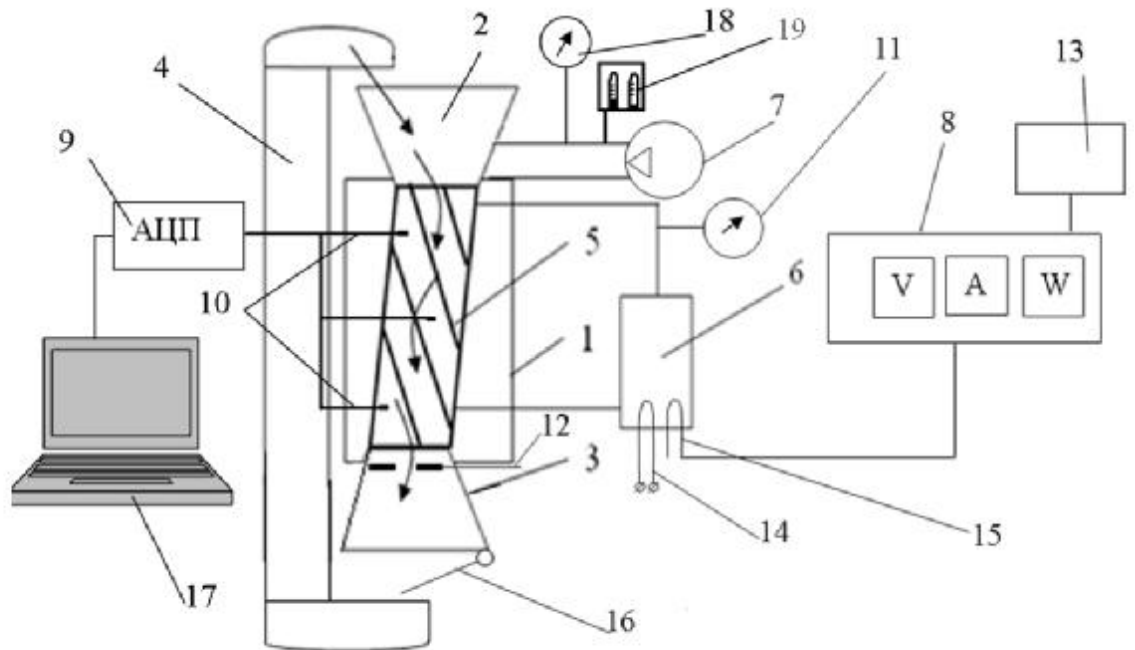
Температура повітря, що виходить із сушарки, має велике значення. За нею можна визначити якість роботи сушильної установки, енерговитрати з повітрям, можливість утилізації тепла, що викидається в навколишнє середовище.

Температуру теплоносія визначали за величиною тиску в конденсаторі сушарки. Інтервал реєстрації даних – 600 с.

Для витрати зерна $G_z=0.02$ кг/с, тиску в модулі ТС – $P=0.4$ МПа, швидкості повітря в міжзерновому просторі – $\omega_{м.п}=0.4$ м/с. отримані термограми (рис. 3).

Таблиця 1 – Діапазон експериментальних досліджень кінетики сушіння пшениці

Культура	Швидкість повітря в між-зерновому просторі, $\omega_{\text{м.п}}$	Вологість зерна, ω	Витрата продукту, G_3	Температура зернового потоку	Тиск у модулі ТС, Р	Потужність, N	Час сушіння, τ
	м/с	%	кг/с	°С	МПа	кВт	хв.
Пшениця	0.4÷3.2	12÷25	0.02÷0.4	20÷100	0.1÷0.4	1÷4	0÷180



1 – шахта, 2 – завантажувальний бункер, 3 – прийомний бункер, 4 – норія, 5 – конденсатор, 6 – парогенератор, 7 – вентилятор, 8 – вимірювальний комплекс К – 50, 9 – аналого-цифровий перетворювач (АЦП), 10 – термопари, 11 – манометр, 12 – шибер, 13 – ЛАТР, 14 – нерегульований ТЕН, 15 – регульований ТЕН, 16 – відкидний лоток, 17 – ПК, 18 – анемометр, 19 – психрометр.

Рис. 2 – Схема експериментального станда

Із самого початку процесу температура зерна підвищується й стає вищою від температури мокрого термометра, таким чином на початку процесу сушіння вже відбувається інтенсивне пароутворення.

Температура зернового потоку по висоті шахти розподілена рівномірно, про що свідчать показання термопар (рис. 3).

Температура поверхні модуля підтримувалася постійною – 139 °С (тиск пари 0.4 МПа). Температура зернового потоку збільшувалася від 40 до 50 °С. Температура сухого термометра $t_{\text{сух}}$ змінювалася від 34 до 41 °С.

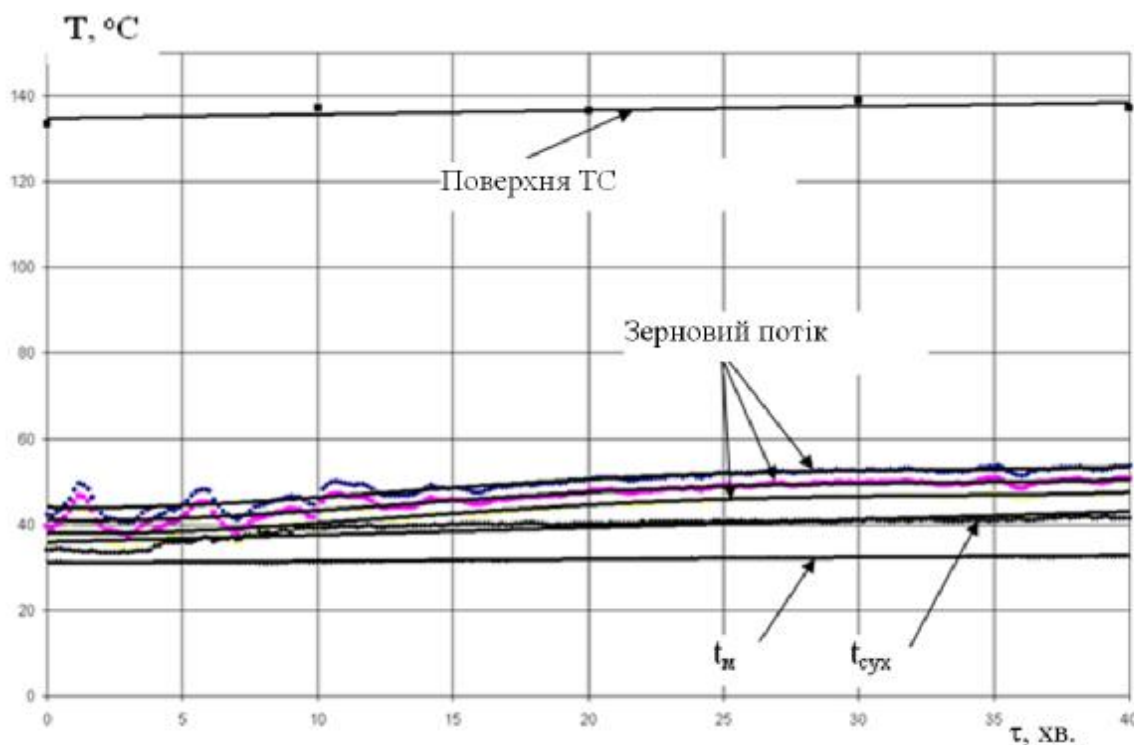


Рис. 3 – Термограми, $G_3=0.02$ кг/с, $P=0.4$ МПа, $w_{м.п}=1.6$ м/с

Температура мокрого термометра t_m змінювалася від 31.7 до 32 °С. Максимальна різниця показань термометрів дорівнює 9 °С.

Зерно в більшості дослідів сушили до стану рівноважної вологості. Середня вологість повітря в лабораторії 80 %. Середня температура зернового потоку в дослідях (60 – 80) °С. За таких умов рівноважна вологість зерна (14 – 16) % [2].

При сушінні зерна нижче рівноважної вологості виникає перегрів зернового потоку.

Температура нагрівання зернового шару в дослідях наближається до гранично допустимого для фуражного зерна – 60 °С.

Зерно зволожували до стану сирого [2]. Початкова вологість зерна в дослідях відповідає 21 %.

За рахунок контакту вологого зерна й поверхні нагрівання зерно прогрівається швидко. Далі відбувається перший період сушіння.

Другого періоду не спостерігається.

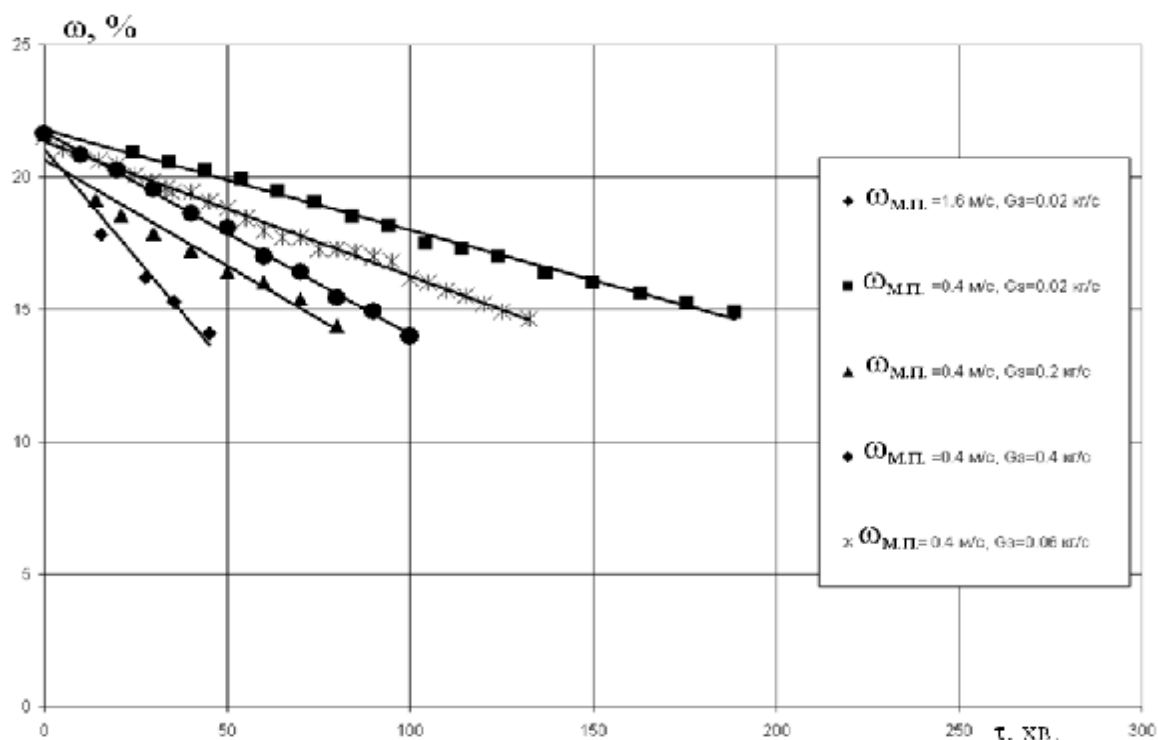
Це пов'язано з тим, що забезпечується рівномірне нагрівання й сушіння кожного окремо взятого зерна. Крім того, при інтенсивному рівномірному нагріванні зерна збільшення коефіцієнта дифузії вологи в повітря сповільнює поглиблення зони випарювання усередину зерна. Все це обумовлює сталість швидкості вологовіддачі.

Криві сушіння апроксимуються лінійними залежностями, з коефіцієнтом R^2 близьким до одиниці, що свідчить про високу точність обробки (рис. 4).

При тиску $P=0.3$ МПа найбільша швидкість сушіння – 0.15 %/хв. спостерігається за найбільшою швидкістю повітря в міжзерновому просторі $w_{м.п}=1.6$ м/с. Швидкість сушіння зростає в 4 рази при збільшенні швидкості повітря від 0.4 м/с до 1.6 м/с.

Збільшення витрат потоку зерна веде до незначного збільшення швидкості сушіння. Так при збільшенні витрат потоку на порядок (від 0.02 кг/с до 0.2 кг/с) швидкість збільшується всього в 2 рази. При збільшенні витрат в 2 рази (від 0.2 кг/с до 0.4 кг/с) швидкість сушіння практично не змінюється.

За даними [2] швидкість сушіння в конвективних сушарках із щільним гравітаційним шаром становить 0.24 %/хв., у сушарках із псевдозрідженим шаром 1.5 %/хв., зі зваженим шаром 10.8 %/хв. Знімання вологи від початкової вологості до кондиційної в наведених сушарках відбувається в першому періоді. У зерносушарці на базі ТС досягається зниження вологості зерна на 7 % (рис. 4), що відповідає стандартним сушаркам. Швидкість сушіння в зерносушарці на базі ТС, при однаковій початковій вологості 25 % і температурі зернового потоку 60 °С, нижче ніж в існуючих зерносушарках і становить 0.16 %/хв.

Рис. 4 – Криві сушіння $P=0.3 \text{ МПа}$

У зерносушарці на базі ТС визначальним фактором, що впливає на кінетику, є швидкість повітря. Є резерви для збільшення швидкості повітря й відповідно збільшення швидкості сушіння.

Питомі енерговитрати ($\Theta_{уд}$, МДж/кг) для сушарки на базі ТС визначалися як відношення загальної витраченої енергії на кількість вилученої вологи.

На величину енерговитрат впливає тиск теплоносія (його температура), швидкість повітря в міжзерновому просторі, витрата зерна [3].

Найбільше впливає на енерговитрати температура теплоносія. При збільшенні тиску росте температура поверхні модуля, режим сушіння стає більш жорстким, швидкість сушіння зростає, скорочується час сушіння і як наслідок знижуються енерговитрати.

Енерговитрати на сушіння при тиску теплоносія 0.4 МПа для різних витрат зерна наближаються до мінімуму. Але при таких тисках температура зерна в деяких дослідах досягає $(80 - 100)^\circ\text{C}$, що технологічно неприйнятно. Крім того, збільшення швидкості повітря теж приводить до інтенсифікації процесу сушіння й зниження енерговитрат. При швидкості повітря в міжзерновому просторі 1.6 м/с енерговитрати на процес мінімальні (рис. 5).

Енерговитрати сушарки на базі ТС нижче існуючих конвективних сушарок.

Розроблена конструкція теплового модуля зерносушарки на базі ТС дозволяє ефективно використовувати поверхню, що гріє. Результат – жорсткі температурні режими сушіння. У такому режимі відбувається інтенсивне пароутворення на поверхні зерна. Швидкість сушіння зерна в зерносушарці на базі ТС за попередніми даними ($U=0.03 - 0.16 \text{ \% /хв.}$), що нижче за швидкість сушіння конвективних сушарок (блочна зерносушарка $U=0.24 \text{ \% /хв.}$). Але питомі енерговитрати сушарки 2.8 МДж/кг , у порівнянні ДСП – $32 - 5 \text{ МДж/кг}$. Організація ефективного відводу пари із зони сушіння дозволить надалі збільшити швидкість сушіння і знизити питомі енерговитрати в зерносушарці на базі ТС.

Література

1. Безбах И. В., Зыков А.В., Донкоглов В. И., Омар Саид Ахмед. Развитие конструкций теплообменных аппаратов на базе автономных двухфазных модулей // Наукові праці ОНАХТ. – 2008. Вип. 32.
2. Жидко В. И., Резчиков В. А., Уколов В. С. Зерносушение и зерносушилки. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
3. Бурдо О. Г., Безбах И. В., Донкоглов В. И., Омар Саид Ахмед. Тепло- массообменная аппаратура на базе двухфазных модулей // Материалы XII Международной научно-практической конференции "Совершенствование процессов и оборудования Пищевых и химических производств", Одесса, ОНАПТ.

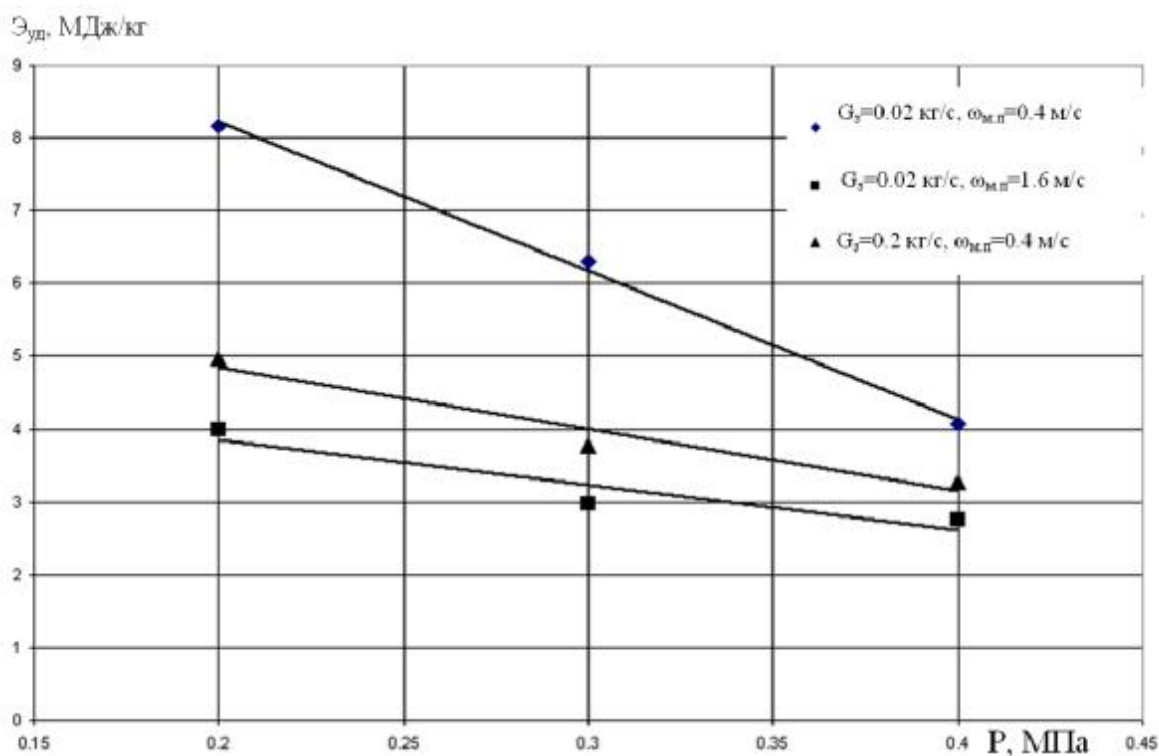


Рис. 5 – Питомі енерговитрати в сушарці на базі ТС

УДК 665.3.061.3

ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА РІПАКА

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, Буйвол С.М., інженер, Бандура¹ В.Н., к.т.н., доцент

Светлічний П.І., к.т.н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

¹Вінницький державний аграрний університет, м. Вінниця

Проведено дослідження та отримано ряд кінетичних залежностей, отримано ряд порівняльних показників якостей спиртового та гексанового екстрактів. Визначено вплив перемішування на інтенсивність процесу екстрагування.

A study and received a number of kinetic dependencies, received a number of comparable quality alcohol and heksan extracts. Determine the impact of mixing on the intensity extraction.

Ключові слова: екстрагування, масло амаранту, кінетика, розчинник.

У харчових виробництвах екстрагування використовується у виробництві спирту, вина, молочної кислоти та інших харчових продуктів.

Процес екстрагування з твердих тіл складається з двох стадій. Перша – дифузія речовини, що екстрагується з внутрішніх шарів продукту до поверхневих. Друга – перехід речовини від поверхні продукту в екстрагент.

У процесі екстрагування переважають дифузні (масообмінні) явища, які ґрунтуються на вирівнюванні концентрації між розчинником (екстрагентом) і розчином речовин, які містяться в насінні.

Молекулярна дифузія обумовлена хаотичним рухом молекул, процес взаємного проникнення речовин (рідких і газоподібних), що взаємодіють одна з одною і знаходяться в макроскопічному спокої. Інтенсивність дифузії залежить від кінетичної енергії молекул. Чим вона вища, тим інтенсивніше протікає дифузійний процес. Головною рушійною силою дифузійного процесу є різниця концентрацій розчинених речовин.

Молекулярна дифузія підпорядковується закону, згідно з яким на кінетику процесу поряд з перепадом концентрації речовин здійснюють вплив також і інші фактори:

швидкість дифузії збільшується при підвищенні температури, оскільки при цьому збільшується рухливість молекул і як наслідок зростає швидкість їх руху;

швидкість дифузії залежить від молекулярної маси речовин і розміру частинок, інакше кажучи, чим менша маса і радіус дифундуючих речовин, тим більше йде дифузія. Розчини білків, слизів та інших подібних речовин дифундують дуже повільно, оскільки вони є високомолекулярними з'єднаннями. Зовсім інша картина спостерігається в розчинах речовин, які знаходяться у стані молекулярної або іонно-молекулярної дисперсії. Ці речовини як такі, що мають відносно малі маси і розміри частинок, дифундують незрівнянно швидше;

процес дифузії вимагає певного часу. Чим більше триває дифузія, тим більше речовин переходить з одного середовища в інше.

Конвективна дифузія відбувається в результаті зміни температури, перемішування, тобто внаслідок причин, які викликають переміщення рідин, а разом з ним і розчиненої речовини в турбулентному (безпорядковому) потоці. Інакше кажучи, механізм конвективної дифузії полягає в переносі речовин не у вигляді молекул речовини, а у вигляді окремих невеликих об'ємів її розчину. Конвективна дифузія підпорядковується закону, згідно з яким швидкість дифузії зростає зі збільшенням поверхні контакту фаз, різниці концентрації і тривалості процесу.

При конвективній дифузії розмір молекул дифундуючої речовини, в'язкість розчинника, кінетична енергія молекул стають другорядними факторами. Головним для швидкості конвективного переносу речовин стають гідродинамічні умови, тобто швидкість і режим руху рідини. Швидкість конвективного переносу речовини у багато разів більша за швидкість молекулярного переносу.

На ефективність процесу екстрагування з твердого продукту впливають такі фактори:

Підбір розчинника. До нього існує низка вимог: розчинник повинен забезпечувати максимальну швидкість розчинення, бути чистим і однорідним, щоб не псувати отримуваний продукт, мати як можна нижчу температуру кипіння. Не залишати запахів, не спричиняти корозію обладнання, бути дешевим. У харчовій промисловості як екстрагент використовується вода (екстрагування цукру з буряка, кави, цикорію), спирт, водно-спиртова суміш для отримання настоїв у лікєро-горілчаному і пиво-безалкогольному виробництві, бензин, бензол (у маслоекстракційному виробництві).

Ступінь подрібнення. Подрібнення продукту призводить до збільшення поверхні його контакту з екстрагентом.

Температура проведення процесу. Підвищення температури збільшує швидкість внутрішньої дифузії, що прискорює весь процес екстрагування.

Величина тиску. З підвищенням тиску екстрагування прискорюється.

Кількість розчинника. Збільшення кількості розчинника призводить до більш повного екстрагування речовин. Однак кількість розчинника має бути оптимальною, щоб забезпечити повноту процесу і в той самий час не викликати екстрагування домішок.

Тривалість екстрагування. З її зростанням підвищується виділення розчинних компонентів, але зменшується продуктивність апаратів.

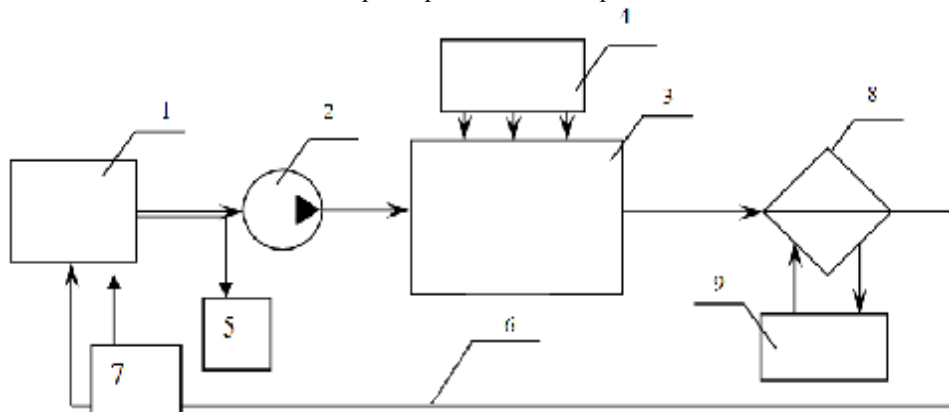
Завдання досліджень. Метою роботи було визначення раціональних параметрів (температури, гідромодуля та режиму обробки) при екстрагуванні амарантової олії в НВЧ – полі. Технічні параметри процесу узгоджувались із характеристиками якості масла, насамперед вмістом токоферолів та сквалєну.

Виходячи з загальних положень теорії екстрагування в системі тверде тіло – рідина, для того щоб прискорити екстракцію, необхідно збільшити рушійну силу процесу та зменшити опір його протікання. При сталому значенні розміру часточок цього можна досягти регулюванням температури процесу та співвідношенням фаз, тобто гідромодулем. Проте, найбільш суттєвий результат очікується при залученні до переносу цільових компонентів потужного бародифузійного потоку із системи капілярів твердої фази [2]. Тому головним завданням експериментальних досліджень було визначити параметри НВЧ – обробки, при яких має місце як найбільший вихід цільових компонентів, так і частка в маслі найбільш цінних компонентів сквалєну та токоферолів. Передбачається, що за допомогою бародифузії з'явиться можливість максимально вилучити із мікрокапілярів сировини сквалєн, який за традиційних технологій спиртом практично не екстрагується.

Самостійною проблемою є обґрунтування доцільного типу екстрагента для вилучення олії із зерен амаранту. По-перше, це повинен бути ефективний розчинник. А по-друге – безпечним при використанні олії людиною. Тому, поставлено задачу визначити можливість залучення етилового спирту як екстрагента, а мікрохвильового поля для інтенсифікації процесів масопереносу.

Методика експериментального моделювання. Відповідно до визначених завдань розроблено експериментальний стенд, який мав екстрактор з НВЧ – інтенсифікатором і апарат для розділення екстракту на розчинник та олію.

Схема головного елемента – екстрактора наведена на рис. 1.



1 – реактор з розчинником і вихідною сировиною; 2 – насос; 3 – екстракційна камера;
4 – магнетрон; 5 – резервуар з екстрактором; 6 – циркуляційний контур;
7 – резервуар для шламу; 8 – охолоджувач; 9 – автономна холодильна установка

Рис. 1 – Принципова схема екстрактора

В реакторі 1 змішується тверда рослинна сировина з розчинником. Систему «тверда рослинна сировина – розчинник» піддають обробці імпульсним електромагнітним полем. Це викликає періодичне закипання частини розчинника в середині капілярів. Виникає парова фаза, що призводить до підвищення тиску всередині капіляра. При досягненні перепаду тисків, що перевищує суму гідростатичного тиску, втрату тиску на подолання сил тертя і поверхневого натягування і місцевих гідравлічних тисків, виникає бародифузійний потік, який викидає насичений цільовими компонентами екстракт з твердої фази. Саме цей потік сприяє скороченню часу процесу екстрагування і підвищенню кількості вилучених із сировини цінних компонентів [2].

Поставлена задача організувати процес екстрагування із твердого тіла, в якому реалізується ефективний вплив мікрохвильового поля на всю систему «тверде тіло - розчинник».

Пропонується такий процес здійснювати в зовнішньому контурі при циркуляційному перемішуванні. Заздалегідь тверде тіло подрібнюють до розмірів гранул (0,2...0,3 мм, а як екстрагент використовують екологічно безпечний розчинник, наприклад, етиловий спирт. Кратність циркуляції потоку становить 5...6. Отримана система нагнітачем 2 подається в екстракційну камеру 3, де за допомогою силової електроніки (магнетрона 4) оброблюється в потоці. Після обробки потік повертається в реактор 1.

Результати експериментального моделювання.

Загальний об'єм суспензії становив 4 л. Забезпечувався однаковий температурний режим екстрагування і параметри мікрохвильової обробки. Потужність мікрохвильового поля становила 900 Вт, а частота хвиль – 2450 МГц. В досліді серії А використано етиловий спирт, а в серії В – гексан. В досліді №1 суміш зерен і екстрагенту поміщались в резонаторну камеру, а в досліді №2 здійснювалась обробка суспензії в потоці у виносному контурі.

Кінетичні залежності екстрагування системи «спирт – зерно амаранту» наведено на рис 2 та 3.

Видно, що підвищення температури з 20 °С до 60 °С дозволяє підвищити вихід екстрактивних речовин на 8 % (рис. 2). Залучення поля НВЧ та перемішування суттєво інтенсифікують масообмін (рис. 3). Тривалість процесу зменшується з годин до 6 хв, а вихід олії при цьому підвищується на 10 %.

Кінетичні залежності екстрагування системи «екстрагент – ріпак» наведено на рис. 4. Для порівняння на рис.4 наведено дані і по амаранту. Шрот мав розміри частинок (10...15) мм, а мука – (0,2...0,3) мм.

Рисунок 4 свідчить, що найменше вилучення екстрактивних речовин має місце в системі «мука амаранту – спирт» (лінія 1). На 75 % підвищується концентрація при використанні гексану (лінія 2). Майже такі (лінія 4) значення є в системі «ріпакова мука - спирт».

Суттєво вид екстрагента впливає (лінії 5,6) при екстрагуванні гексаном, як при роботі зі шротом, так і з мукою.

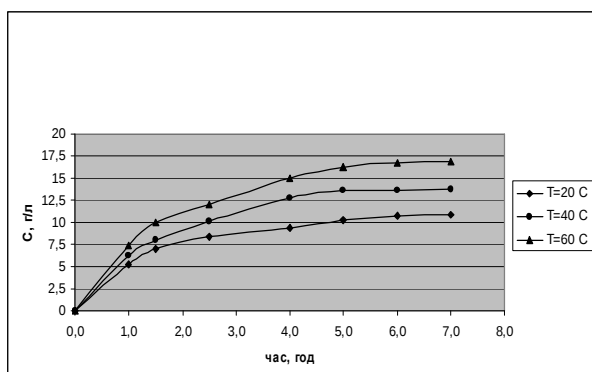


Рис. 2 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування олії спиртом із подрібненого насіння амаранту за різних температур

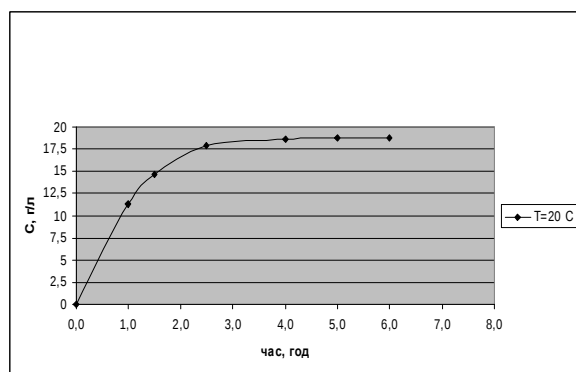


Рис. 3 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування олії спиртом із подрібненого насіння амаранту в мікрохвильовому полі

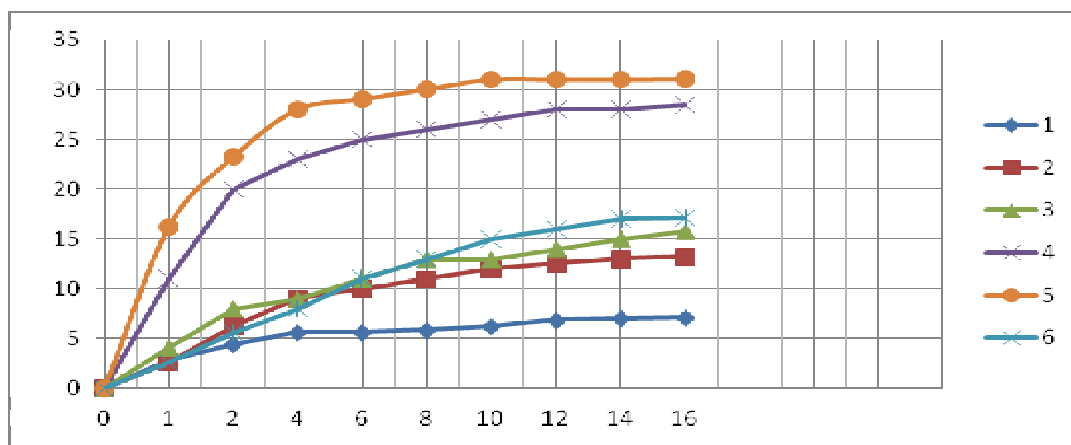


Рис. 4 – Залежність концентрації від часу при екстрагуванні олії з ріпака та амаранту при температурі 15 °C

Кінетичні залежності екстрагування системи «спирт – шрот ріпака» та «спирт – мука ріпака» наведено на рис. 5. Видно, що електромагнітне поле на порядок скорочує час екстрагування та вдвічі підвищує вихід цільових компонентів. Робота з мукою дає на 25 % більший вихід компонентів олії, ніж при використанні шроту.

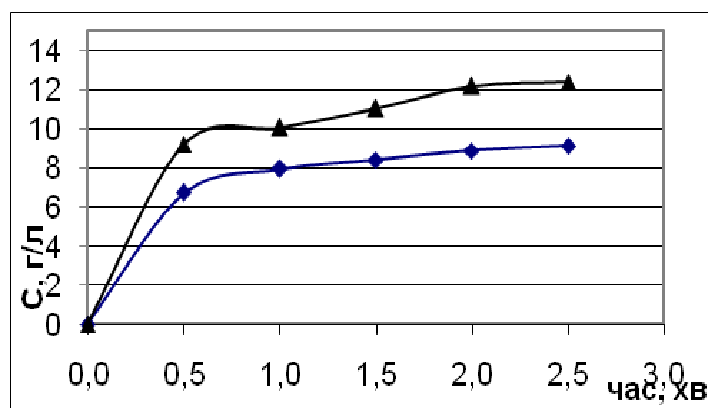


Рис. 5 – Залежності концентрації при екстрагуванні олії зі шроту і муки ріпака спиртом в електромагнітному полі

Визначено вплив перемішування на інтенсивність процесу екстрагування (рис. 6).

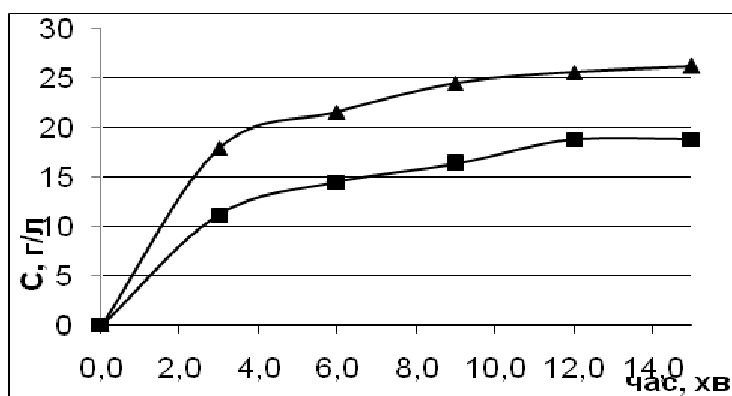


Рис. 6 – Вплив перемішування на процес екстрагування

Експерименти проведено для системи «спирт – ріпакова мука». Показано, що вилучення цільового компонента при перемішуванні муки на (10-20) % інтенсифікує процес екстрагування.

Аналіз одержаних даних показав, що подрібнення шроту дає змогу на 25 % підвищити вихід цільових компонентів при екстрагуванні з ріпаку. Залучення мікрохвильового поля на порядок зменшує час процесу екстрагування та вдвічі підвищує концентрацію олії в розчині.

Порівняння якісних показників олії.

Результати дослідів зведені в таблицю.

Таблиця 1 – Порівняння технологічних характеристик

Дослід	Питома потужність, Вт/л	Час, хв		Вихід масла, %	Витрати енергії, Вт*год/л
		циклу	обробки		
№ 1	225	180	12	6,3	45
№ 2	225	40	12	8,8	45

Аналіз таблиці 1 показує, що при однакових затратах енергії в схемі № 2 потрібно в 4,5 рази менше часу роботи реактора і забезпечується більший вихід масла.

Таблиця 2 – Порівняння показників якості

Дослід	Масова доля сквалену, г/кг	Масова доля токоферолу, мг/кг		
		А	β	δ
№ 1	8,2	301	410	96
№ 2	33,1	402	855	181

З таблиці 2 слідує, що спосіб дозволяє в 4 рази підвищити вихід більш цінного компоненту – сквалену. Майже в 2 рази підвищився вихід токоферолів. Отримані результати доказують високу ефективність способу.

Суттєвим достоїнством бародифузійних технологій є той факт, що значно полегшується вихід з твердої фази крупних молекул і з'єднань. Саме такі можливості дозволяють збільшити ступінь вилучення сквалену і токоферолів при виробництві масла амаранту.

Організація мікрохвильової обробки у процесі руху потоку в зовнішньому циркуляційному контурі гарантує розвиток бародифузійних процесів у всьому об'ємі сировини. Таке рішення, вибір екологічно безпечного екстрагента і сукупність режимних параметрів (кратність циркуляції і розміри частинок твердої фази) забезпечують отримання масла амаранту високої якості при спробуваних вимогах до апаратного забезпечення.

Висновки

— Показано, що екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини характеризується складнішим механізмом масоперенесення внаслідок клітинної будови порівняно з екстрагуванням із мінеральної сировини.

— За допомогою хімічних методів аналізу виділено основні цільові компоненти в амарантовій сировині і здійснено інтенсифікацію отриманих сполук на основі відповідних методик.

Таблиця 3 – Порівняння вмісту масової частки жирних кислот

Масова частка жирних кислот (відносна), %	дослід №1	дослід №2
Тетрадеканова (C 14:0)	0,1	0,2
Пентадеканова (C 15:0)	0,1	0,1
Гексадеканова (C 16:0)	13,7	16,8
Гексадеценнова (C16:1)	0,4	0,4
Гептадеканова (C 17:0)	0,1	0,1
Октадеканова (C 18:0)	3,0	3,5
цис 9-Октадеценнова (с9-C 18:1)	24,0	25,0
цис 11-Октадеценнова (с11-C 18:1)	1,43	1,3

Таблиця 4 – Порівняння складу олії

Маса зразка, кг	1,2	2,7
Розчинник	спирт	гексан
Час екстрагування, хв	16	12
Температура, °C	76	40
Вихід масла, %	5,75	3,8

— Наведено хімічні характеристики (йодне, кислотне, перекисне число) амарантової олії. Встановлено, що в отриманій амарантовій олії міститься значна частина біологічно активних речовин, особливо сквалену, який використовується для виготовлення важливих лікарських препаратів. Показано, що за своїми хімічними властивостями олія містить необхідні компоненти для виготовлення дизельного палива (вміст лінолевої, пальмітинової, олеїнової кислот)

— Методи інтенсифікації процесу екстрагування цільових компонентів із насіння амаранту полягають у попередньому подрібненні та термічній обробці насіння.

— Експериментально досліджено кінетику екстрагування олії з насіння амаранту та ріпаку різними розчинниками (н-гексаном, спиртом).

Література.

1. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе - вода». Одесса, 2007. – 176 с.
2. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств. Одесса: Полиграф, 2008. – 244с.

УДК 130.2:130.123.4

КУЛЬТУРА І ПСИХОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Шевченко Г.А., канд. філос. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті з позиції історичного та системного підходів досліджуються проблеми культури і психології інженерної діяльності. Проаналізовано необхідність та можливості свідомого цілеспрямованого розвитку гуманістичної компоненти інженерної освіти як основи перетворення сучасного інженера у соціоінженера.

The problems of culture and psychology of the engineering activity from the position of historical and system approaches, have been investigated in the article. The necessity and possibilities of deliberate purposeful development of humanist component of the engineering education as the basis of a modern engineer's transformation into socio-engineer, have been analysed.

Ключові слова: культура, психологія, техніка, технологія, гуманізм, раціональність, інженерна діяльність.

Суть технічного прогресу, зміст якого базується на оволодінні людиною елементами природного середовища, не можна зрозуміти без розгляду ролі людини у системі техніки. Будучи включеною у якості головного елемента у дану систему, саме людина приводить техніку у рух, є джерелом її функціонування та розвитку. Зростання системності техніки, під якою ми розуміємо сукупність знарядь праці та технологічних процесів, які історично розвиваються і за допомогою яких люди перетворюють природу, не веде до зменшення зв'язуючої ролі людини. Але технічний прогрес змінює системоутворюючі функції людини у техніці, остання постає особливим середовищем буття людини, нав'язує їй ритми функціонування, естетичні образи і т. д.

У зв'язку з цим у житті сучасного суспільства інженерна діяльність відіграє визначаючу роль, про що відомий сучасний німецький філософ А. Хунінг пише так: "Філософи порізно пояснювали світ. Інженери ... змінили його і продовжують змінювати" [1]. Проблеми практичного використання, втілення наукових знань, підвищення ефективності наукових досліджень висувають інженерну діяльність на авансцену сучасної культури, яка розуміється у якості характеристики людини, визначаючої рівень її розвитку, засобів самовиразу в діяльності, творчості.

Розвиток культури і психології інженерної діяльності передбачає усвідомлення суті, цілей, завдань і перспектив розвитку техногенної цивілізації – соціального буття культури. Духовним ядром техногенної цивілізації, яка базується на науково-технічному прогресі як засобі розв'язання соціальних проблем, є дві домінуючі культурні цінності – гуманізм і раціональність, об'єднання яких детермінувало виникнення науки як засобу раціонального усвідомлення і оволодіння світом. Саме у техніці людина втілила та припустила свої творчі здібності, знайшла основу буття в світі: С. Лем назвав технічний прогрес самостійним видом еволюції, принципово новим у порівнянні з біологічною еволюцією та історією суспільства [2].

У сучасній науці розглядаються три основні етапи розвитку інженерної діяльності і проектування:

1) класична інженерна діяльність (виникла з появою мануфактурного і машинного виробництва), у ході розвитку якої визначилась специфіка мети інженерної діяльності (на відміну від мети технічної діяльності – безпосереднього завдання і організації виготовлення системи) – опосередкована через ідеалізований образ зміна природного об'єкта;

2) системотехнічна діяльність (виникла у другій половині ХХ сторіччя), у якій об'єктом інженерної діяльності стає вже не окремий пристрій, машина, а складна система – "людина – машина";

3) *соціотехнічне проектування* – сучасний етап розвитку інженерної діяльності, у ході якої інженер, вирішуючи вузько професійні завдання, активно впливає на природу, суспільство, людину: сфера втілення соціотехнічного проектування включає у себе усі сфери соціальної практики (управління, навчання, споживання, обслуговування і т. д.), а не тільки промислове виробництво. Завданням соціотехнічного проектування стає цілеспрямована зміна соціально-організаційних структур.

Якщо на першому етапі індустріального виробництва характерною була проблема пристосування людини до машини, на другому етапі (у ХХ сторіччі) домінувала інженерна проблема пристосування машини до людини з урахуванням її психічних та фізичних потреб і можливостей, то сьогодні приходить усвідомлення необхідності у процесі вирішення інженерно-проектних завдань розглядати систему "людина – машина" як цілісний феномен культури. У зв'язку з цим змінюється і поняття технології, і парадигма інженерної діяльності: являючи собою цілеспрямовану зміну соціально-організаційних структур, остання спирається на нове поняття технології – не як науки про послідовність технічних процесів, а як сукупність принципів, утворюючих техносферу, стан якої визначається і вже досягнутою технологією, і різними соціокультурними чинниками та процесами; як сукупності усіх видів інформації, потрібних для виробництва техніки; як наукового забезпечення усіх виробничих, економічних, соціально-психологічних і культурно-духовних процесів, пов'язаних з діяльністю по виробництву продукту.

Таким чином, культура сучасної інженерної діяльності базується на цілісному сприйнятті системи "людина – машина", де провідна роль відводиться людині, соціокультурному змісту діяльності. На жаль, це ще недостатньо добре усвідомлюється інженерним корпусом, не завжди технічні проблеми досліджуються в органічній єдності з інженерно-психологічними і ергономічними аспектами взаємодії машинних елементів виробництва, з потребами і можливостями операторів. Про це ще в 1913 році писав видатний російський інженер та філософ техніки П.К. Енгельмейер: "Інженери часто і справедливо скаржаться на те, що інші сфери не хочуть визнавати за ними те важливе значення, яке повинно по праву належати інженеру... Але чи готові самі інженери для такої роботи?... інженери за нестатком загального розумового розвитку, самі нічого не знають та знати не хочуть про культурне значення своєї професії та вважають за непотрібну витрату часу роздуми про ці речі... Звідси виникає завдання перед самими інженерами: все-

редині власного середовища підвищити розумовий розвиток та проникнутися на підвалинах історичних і соціологічних даних усією важливістю своєї професії у сучасній державі” [3].

У 70-х роках XX сторіччя німецький філософ М. Хайдеггер, підкреслюючи, що при всій могутності техніки, виключно технічними засобами людські проблеми вирішені бути не можуть, писав: “Бо техніка не є чимось нейтральним. Саме тоді, коли її представляють як дещо нейтральне, ми віддані їй для гіршого” [4]. Рух “вгору” від науково-технічної раціональності до істинно гуманної інженерної діяльності є можливим лише за умови свідомого розвитку гуманістичного світогляду, орієнтації сучасного інженера на діяльність, яка створює продукт для задоволення не тільки матеріальних, але й духовно-психічних потреб людей як вищої цінності та мети у будь-якій діяльності.

Розуміння гуманізму як базисної цінності культури інженерної діяльності виникло не сьогодні. Ще геній Л. да Вінчі, відмовляючись оприлюднити ідею апарата для підводного плавання, аргументував: “по причині злої природи людини, яка могла б використати його для скоєння вбивств на дні морському шляхом потоплення суден разом з усім екіпажем” [5].

Сучасне розуміння культури та психології інженерної діяльності в усіх цивілізованих країнах базується на розумінні того факту, що прагнення до вузькопрофесійної, техніцистської підготовки інженерів являє собою серйозну небезпеку для суспільства. Суть інженерної діяльності полягає в єдності двох базисних центрів – гуманітарного і технічного. Абсолютизація ролі другого призводить до технічного утилітаризму без урахування культурного, психологічного, соціального чинників, а зниження якості технічної освіти породжує непрофесійність.

У сучасній системотехніці висунуто принцип єдності та взаємопроникнення двох начал інженерії – гуманітарного і технічного, і базисом цього принципу є гармонізація єдності культури та технології, їхньої взаємодії як джерела соціального прогресу. Культура в усьому її багатстві та невичерпаності проявів виступає якісною стороною того соціального простору, в якому розгортається інженерна діяльність. Оскільки технологія постає як процес упорядкування, алгоритмізації свідомо напрямлюваної діяльності, то культура, визначаючи цілісну систему знань, моральних і духовних цінностей, складає основу тієї свідомості, яка не тільки віддзеркалює, але й творить світ. Ось чому однобічна “технологізація” майбутнього інженера призведе до деградації та бездуховності інженерної діяльності.

Тому виникає питання про зміст і обсяг їх гуманітарних знань, які забезпечать гармонійний розвиток та гуманну спрямованість майбутнього інженера. Оволодіння основами гуманітарних знань, на наш погляд, повинно проводитися за двома напрямками:

1. Якісний, тобто формування гуманістичних цінностей, які і стануть тими базисними принципами, на яких буде організовувати свою діяльність майбутній інженер;
2. Кількісний, тобто оволодінню знаннями гуманітарних наук.

При такому підході стає очевидним, що культура і психологія гуманної інженерної діяльності повинна “вироснути”, її розвиток і становлення потрібно свідомо направляти; засвоєння прикладних знань без методологічного фундаменту є хитким та схильним до деформацій у бік відходу від істинно гуманістичного змісту інженерної діяльності. Людина повинна “зростати” своєю психологією та етичними якостями доти, коли вже їй можна бути довірити займатися інженерною діяльністю.

При такому підході стає очевидним факт органічної єдності думок і ідей інженера, що володіє гуманітарними та спеціально-технічними знаннями, і хоча формуються ці знання в навчанні окремо, але в інженерній діяльності сплавляються в єдине. Ця єдність закладається в основу розроблюваної моделі сучасного інженера вченими у різних країнах. У роздумах про систему ознак, які характеризують фахівця, сучасний американський вчений Д. Холтон виділяє такі: висока професійність, гуманітарна освіченість, творча активність, мобільність та ін. [6]. Співзвучним такому підходу постають сформульовані у аналітичній моделі сучасної особи Гарвардського проекту з соціальних і культурних аспектів розвитку головні риси сучасної особи: відкритість експериментам, готовність до плюралізму, орієнтація на сучасне та майбутнє, планування майбутньої діяльності людини.

Гуманітарні знання для сучасного інженера не самоціль, але – засіб досягнення повноцінного результату інженерної діяльності з урахуванням усього комплексу соціальних, антропологічних та техніко-технологічних чинників. Таким чином, сучасний інженер повинен стати соціоінженером, тобто технічним спеціалістом, здатним усвідомлювати та управляти соціально-психологічною компонентою в техніко-технологічній діяльності, так як будь-який технічний пристрій, виробництво функціонує у першу чергу завдяки злагодженій роботі людей. Ось чому випускник технічного вищого навчального закладу як суб'єкт сучасної інженерної діяльності повинен бути не лише хорошим “технарем”, а й мати необхідну соціально-психологічну кваліфікацію. Саме цей елемент інженерної освіти у нас практично був відсутнім до останнього часу, майбутній інженер не отримував в належній кількості та якості знання про компоненти психофізіологічної структури людини, цілеспрямоване регулювання їх функцій стосовно структури діяльності, регламентованої професіограмою; про те, як попереджати і розв'язувати конфліктні ситуації,

як створювати морально-психологічну атмосферу в трудовій групі, сприяючи налагодженню співпраці, направленої на рішення загальної задачі та досягненню загальної мети.

Культура і психологія інженерної діяльності характеризується системною єдністю теоретичних (соціально-психологічних і природно-технічних) знань з постійним розвитком природних здібностей та накопичених у практичному досвіді навичок, вмінь оцінювати ситуацію, виробляти оперативні та оптимальні рішення і цілеспрямовано втілювати їх у життя.

В умовах революції соціальних швидкостей початку XXI сторіччя, яка розуміється як процес осягаючий усі боки суспільного буття, процес формування нової генерації інженерів являє собою поступову виробку такого нового світогляду, таких цінностей та моделей поведінки, які адекватні швидкостям технологічно детермінованих процесів. Формування нового покоління інженерів передбачає утворення осіб, здатних розвивати і творчо удосконалювати сьогоденний інноваційний соціальний цикл на шляху входження в громадянське суспільство. Дійсно гуманне розв'язання даного завдання вбачається можливим виключно у процесі гуманізації культури та психології інженерної діяльності у дусі категоричного імператива етики майбутнього, сформульованого Хансом Йонасом: "Дій так, щоб наслідки твоїх же дій були сумісними з постійністю дійсно людського буття на Землі" [7].

Учбові заклади сучасної України як європейської держави, маючи значний науковий, освітний та культурний потенціал, охоплюючи більшу частину молоді, повинні стати не тільки трансляторами, але й активними творцями нових культурних цінностей у контексті загальнолюдської системи. Загальноєвропейський процес культурного розвитку передбачає розробку програми змін у вищій освіті в XXI сторіччі, де вказано такі стратегічні напрямки реформування: більша адаптованість освіти до змін у соціально-економічних реаліях та потреб суспільства; перехід до масового безперервного навчання; кореляція попиту на ринку праці з кількістю фахівців-випускників; виділення соціально-економічних, екологічних та культурологічних проблем як домінантних напрямків наукових досліджень.

Сьогодні можна запропонувати такі механізми свідомої трансформації вітчизняної освіти та виховання:

— традицієцентристська парадигма освіти повинна, стати мобільнішою за рахунок широкого застосування інноваційних інформаційних технологій, забезпечити швидку адаптацію студента в отриманні нових знань та навичок, або переорієнтацію його професійних дій вже з урахуванням нових знань;

— необхідно зменшити дистанцію між рівнем вихованості та ступеню освіченості студентів для розвитку їхніх творчих потенцій, у чому корисним вбачається розробка і широке застосування проблемних методів навчання;

— тенденція до антропоекологізації та гуманізації науки та технології повинна знайти глибокий і масований відгук у гуманізації усіх видів навчання і у гуманітаризації інженерної освіти.

Література

1. Хунинг А. Инженерная деятельность с точки зрения этической и социальной ответственности. Фи-
лоофия техники в ФРГ. – М., 1989. – С. 419.
2. Лем С. Сумма технологии? Собр. соч. Т. 13. – М., 1996.
3. Энгельмейер П.К. Задачи философии техники // Бюллетени политехнического общества. – 1913. –
№ 2. – С. 113.
4. Хайдеггер М. Разговор на проселочной дороге. – М., 1991. – С. 149.
5. Арзаканян Ц.Г. Проблема преемственной связи Возрождения с эпохой научной революции // Вопро-
сы истории естествознания и техники. – 1984. – № 2. – С. 27.
6. Вопросы философии. – 1992. – № 2. – С. 48.
7. Философия техники в ФРГ. – М., 1989. – С. 424.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

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

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОМАСООБМІНУ НЕРУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНА ТОВЩИНОЮ Гапонюк І.І.	4
ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ЗЕРНОПРОДУКЦІЇ ТА СПОСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ Доля М.М., Бондарева Л.М., Бортницький О.В.	8
ВПЛИВ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ ПОМЕЛІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СУСЛА Швабюк О.В., Паляниця Л.Я., Березовська Н.І., Косів Р.Б., Гродзіцька О.С., Піх З.Г.	11
НОВІ СКЛАДИ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН, ПТИЦІ ТА РИБИ Глух І.С., Школа О.І., Клочкова В.Є., Шульга С.М., Гаманухо В.І., Микитюк В.Ю.	14
ВПЛИВ ВАРІАНТА ПІДГОТОВКИ ЗЕРНОБОБОВОЇ СИРОВИНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ Єгоров Б.В., Кочетова А.О., Восцька О.Є., Решта С.П., Журбенко В.І.	17
СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ Гаро В.Є., Данилова О.І., Карпюк Ю.М.	22
ІММОБІЛІЗАЦІЯ БІОРЕГУЛЯТОРІВ СИСТЕМИ ТРАВЛЕННЯ ЯК МЕТОД ЇХ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ОДЕРЖАННЯ БАД Крусір Г.В., Кушнір Н.А., Русєва Я.П.	26
ВИДІЛЕННЯ ІНГІБІТОРУ ТРИПСИНУ З ЗЕРНА АМАРАНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ АФІННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ Крусір Г.В., Севастьянова О.В.	30
КИНЕТИКА СУШКИ ЗЕРНА В СПОЛЗАЮЩЕМ ТОНКОМ СЛОЕ В ПОЛЕ ЛАМПОВИХ ІК- ІЗЛУЧАТЕЛЕЙ Лебедев Д.П., Краусп В.Р.	35
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОГИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН – КІШОК Єгоров Б.В., Бордун Т. В.	38
ВПЛИВ РЕЖИМІВ СУШІННЯ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ Овсянникова Л.К., Євдокимова Г.Й., Черній В.О.	44
ТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ НАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ ПРЕМІКСІВ Єгоров Б.В., Макаринська А.В., Браженко В.Є.	47
РОЗШИРЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ Моргун В.О., Москвіна Н.З.	52
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ Моргун В.О., Волошенко О.С.	54
ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ГОЛОЗЕРНИХ КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР ДО ПЕРЕРОБКИ В ЗЕРНОВІ ПЛАСТИВЦІ Шутенко Є.І., Соц С.М., Колесніченко С.В.	56
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ РЕЖИМІВ РОБОТИ КРУПОУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ І ПИТОМИХ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПОДРІБНЕННЯ Моргун В.О., Шутенко Є.І., Давидов Р.С.	59
ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРВИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ Жигунов Д.О., Давидов Р.С., Бузіян Н.Г.	61

АНАЛІЗ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ Савенко І.І.....	65
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЇХ РОЗМІРІВ Овсянникова Л. К., Орлова С.С., Соколовська О.Г.....	72
ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА Буранова С.В., Дмитренко Л.Д., Євдокимова Г.Й., Урвачов О.В.....	76
КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ТЕРМОСИФОННО-МЕХАНІЧНОМУ АГРЕГАТІ Воскресенська О.В.....	79
ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР Панченко Г.І., Бошкова І.І., Волгушева Н.В.....	83
КОРЕЛЯЦІЙНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ПРИ ЗБЕРІГАННІ Яковенко А.І., Борта А.В., Кац А.К.....	86
ОБІГ СКЛАДСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ НА ЗЕРНО Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Будюк Л.Ф.....	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ СХЕМ ЛІНІЙ ВІДПУСКАННЯ ЗЕРНА НА ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ Станкевич Г.М., Будюк Л.Ф., Страхова Т.В., Буценко І.М.....	90
ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИЙОМНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПОДОВЖНЬОГО ТИПУ Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Будюк Л.Ф., Шпак В.М.....	94
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА З АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗАТ “УКРЕЛЕВАТОРПРОМ” Буценко І.М., Станкевич Г.М., Будюк Л.Ф., Страхова Т.В., Шпак В.М.....	98
ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ШАРІВ ЗЕРНОВОГО НАСИПУ В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ ВЕЛИКОЇ ЄМНОСТІ Станкевич Г.М., Будюк Л.Ф., Шпак В.М.....	101
ВПЛИВ ПІДСУШУВАННЯ ПРОДУКТІВ РОЗМЕЛУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ Шаповаленко О.І., Ільчук В.Б., Харченко Є.І., Шаран А.В.....	104
НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА Кирпа М.Я.....	107

РОЗДІЛ 2

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

ЯКІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ Дробот В.І., Тесля О.Д.....	111
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ І БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Лисюк Г.М., Олійник С.Г., Самохвалова О.В., Кучерук З.І.....	114
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ МАСС Румянцева В.В., Слукина И.А.....	117

МІКРОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І ЯКІСТЬ НОВИХ СУХИХ СНІДАНКІВ Сирохман І.В., Гирка О.І.	121
ВПЛИВ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ НА ТЕРМІНИ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ Калакура М.М., Данкевич Л.А., Ніколіна В.В.	124
ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ Васильченко А.Н.	127
СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕТИЧЕСКОГО МАРМЕЛАДА Иоргачева Е.Г., Толстых В.Ю., Аветисян К.В.	131
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ КЛЕЙКОВИННИХ БІЛКІВ БОРОШНА, ПІДДАНОГО ОЗОНУВАННЮ Сафонова О.М., Холодова О.А., Голота В.І., Шуліка О.Ю.	134
ВПЛИВ ПОРОШКУ ТОПІНАМБУРА НА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ Коркач Г.В., Лебеденко Т.Є., Соколова Н.Ю.	134
ВИКОРИСТАННЯ ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ «ГЛЮКОРН-100» У ПРИСКОРЕНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ Лисюк Г.М., Олійник С.Г., Кравченко О.І., Карпенко П.О.	141
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТОЛИЗА ЗЕРНА ОВСА И ЯЧМЕНЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ Румянцева В.В., Орехова Д.А.	145
ВПЛИВ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДОБАВОК НА ПОЛІПШЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ВАФЕЛЬ Сирохман І.В., Лебединець В.Т.	127
ВИКОРИСТАННЯ ІНУЛІН-ХІТОЗАНОВОГО КОМПЛЕКСУ (ХІК) У ВИРОБНИЦТВІ ВИРОБІВ З ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА Ільдірова С.К., Стіборовський С.Е.	150
ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДОБАВКАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Лебеденко Т.Є., Донской Д.М., Ткаченко Т.З., Новічкова Т.П.	153
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЛЮЛЕЧНЫХ РАССТОЙНЫХ ШКАФАХ Орлович А.Е., Спорыш В.В.	157
КРІОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ ПОЛІОЛІВ ЛАКТИТОЛУ ТА ІЗОМАЛЬТУ Ковалевські Є.І., Прилуцька Л.П., Яременко О.М., Дорохович В.В.	161
ВПЛИВ СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОЇ ДОБАВКИ КСАНТАНУ НА РЕОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РУХЛИВІСТЬ ВОДИ В ТІСТІ ДЛЯ ДІЄТИЧНОГО БЕЗБІЛКОВОГО ХЛІБА Луцьова О.С., Кучерук З.І.	166
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Машир Н.П., Паламарек К.В.	169
ВПЛИВ ДОБАВОК РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ЖИРОВОЇ ОСНОВИ КЕКСІВ Лозова Т.М., Ковальчук Х.І.	171
ЗАЛЕЖНІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРАГЛІВ АГАРУ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ КРІАС-ПОРОШКІВ Туз Н.Ф., Артамонова М.В., Лисюк Г.М.	174

ВИКОРИСТАННЯ ЛАКТУЛОЗИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КЕКСІВ Дорохович А.М., Лиман Н.П.	177
ЗМІНИ ЯКІСНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МІКРОФЛОРИ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА З ВКЛЮЧЕННЯМ КОРЕНЕПЛІДНИХ ОВОЧІВ ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ Величко Т.О., Євдокимова Г.Й., Мардар М.Р., Кордзая Н.Р.	180
ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ ЧОРНОГО ТА ЗЕЛЕНОГО ЧАЮ НА ІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ЦУКРОВОЇ БІЛКОВО-ЗБИВНОЇ МАСИ Дорохович А.М., Прилуцька Л.П., Бадрук В.В.	186
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БОРОШНА З ПШЕНИЧНОГО СОЛОДУ НА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА ДЛЯ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА Оболкіна В.І., Смельянова Н.О., Кияниця С.Г., Бондарчук О.В.	189
РОЗРОБЛЕННЯ КОМПОЗИТНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ Арсеньєва Л.Ю., Арсиненко Н.О.	193
ВИКОРИСТАННЯ НЕПРОДОВОЛЬЧОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Іванова Г.С., Костюченко І.В.	198
ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ РОСЛИННИХ ДОБАВОК НА ХІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ Лебеденко Т.Є., Решта С.П., Ружицька Н.В.	203
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ І ЇХ ВПЛИВ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА Солоницька І.В.	208
ВПЛИВ ВИХРОВОГО ПІАРУ ФЕРОМАГНІТНИХ ЧАСТОК НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЖИРОВОЇ СКЛАДОВОЇ ЕМУЛЬСІЇ ДЛЯ ПІСОЧНОГО ТІСТА Гордієнко Л.В., Жидецька І.В.	213
ВЛИЯНИЕ МУЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ Иоргачева Е.Г., Макарова О.В., Котузаки Е.Н., Кожокар Н.Н.	216
НОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОПОГЛИНАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО БОРОШНА Пшенишнюк Г.Ф., Павловський С.М.	221
СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХЛІБА Лебеденко Т.Є., Кананихіна О.М., Соколова Н.Ю., Юрескул О. І.	225
ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБА АЛЬБУМІНОМ Доценко В.Ф., Іщенко Т.І., Шидловська О.Б., Ткачук Ю.М.	228
РЕГУЛЮВАННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ТА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖЕЛЕЙНИХ ВИРОБІВ ТА НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ДРАГЛЕУТВОРЮВАЧІВ Фощан А.І., Григоренко А.М.	234
ОРГАНОЛЕПТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗРАЗКІВ КРУП'ЯНОЇ ПРОДУКЦІЇ Павленкова П.П., Тележенко Л.М., Гулавський В.Т.	236
МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧИХ МОТИВАЦІЙ ТА ПЕРЕВАГ ПРИ ВИБОРІ НОВИХ ВИДІВ СУХИХ СНІДАНКІВ Мардар М.Р., Валецька Л.О., Погонцева Е.І.	242

РОЗДІЛ 3
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНООГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ОБЛАДНАННЯ
ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ СВЧ ДИАПАЗОНА В ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ЗЕРНА	
Контарь А.А., Кухтина Н.Н.	249
ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙОМІВ УПРАВЛІННЯ ШКІДЛИВИМИ ОРГАНІЗМАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ ПРОДУКЦІЇ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР	
Ляшук Н.І.	253
НОВЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ	
Бабич М.Б., Петров В.М.	256
ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КРУП'ЯНОГО ЗЕРНА	
Бабич М.Б., Петров В.М.	260
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНО-ГРАВІТАЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЧИСТКИ ВОРОХУ	
Гросул Л.Г., Гапонюк О.І., Мосієнко Г.А., Гончарук А.А.	264
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТРИБОСПОЛУЧЕННЯ «ЦИЛІНДР-КІЛЬЦЕ-ПОРШЕНЬ» ФОРСОВАНИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ	
Маннапова О. В., Соколов О.Д.	268
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ХАРЧОВОГО І ЗЕРНОПЕРЕРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ	
Соколов О.Д.	275
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ	
Жуковський Е.Й., Чабаров В.О.	281
РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ ПРЕДДЕТОНАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ	
Волков В.Е.	285
СТАБІЛІЗАЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА В ПОТОЦІ. КІБЕРНЕТИЧНИЙ ПІДХІД	
Хобін В.А., Гапонюк І.О.	289
КІНЕТИКА СУШІННЯ ПШЕНИЦІ В АПАРАТАХ НА БАЗІ ТЕРМОСИФОНІВ	
Бурдо О.Г., Безбах І.В., Донкоглов В.І.	297
ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА РІПАКА	
Бурдо О.Г., Буйвол С., Бандура В.Н., Світличний П.І.	302
КУЛЬТУРА І ПСИХОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	
Шевченко Г.А.	307

Наукове видання

НАУКОВІ ПРАЦІ

В И П У С К 36, ТОМ 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