

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 36

ТОМ 2



ОДЕСА

2009



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 36, том 2, 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. 2. – 321 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових
технологій, 2009 р.

РОЗДІЛ 1

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ
РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ**

УДК 664.856.014:634.8:547.56

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИНОГРАДНОГО СОКУ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК

Саркісян А.О., аспірант, Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Запропонована технологія виноградного соку, яка дозволяє збільшити вміст фенольних сполук. Досліджено вплив попередньої обробки на вихід фенольних сполук. Дана характеристика хімічного складу виноградного соку.

The technology of the grape juice, allowing to increase the maintenance of phenolic connections is offered. Influence of preliminary processing on an output of phenolic connections is investigated. The characteristic of a chemical compound e in grape juice.

Ключові слова: поліфеноли, виноградний сік, тонке подрібнення.

Серед широкого асортименту фруктових соків виноградний сік займає 2-е місце після яблучного.

Його технологія добре опрацьована, а особлива увага приділяється процесу освітлення та вилучення надлишку винного каменю, який в середньому становить 0,5 % та близький до перенасичення.

Виробництво виноградного соку включає такі послідовні операції: миття, інспекція, подрібнення на валковій дробарці – гребневіддільнику, відділення соку на стікачі (до 50 %), допресовування мезги на шнековому пресі (30-35 %), фільтрування, сепарування, відстоювання при температурі 0-5 °С протягом 18 годин, сепарування та тривале зберігання в асептичних умовах при низькій температурі (-1...-3 °С) в атмосфері вуглекислого газу (до 3-х місяців), фільтрування, фасування, пастеризація [1].

Особливістю біохімічного складу винограду є високий вміст в ньому фенольних сполук, деякі з них володіють Р-вітамінною активністю, а більшість є антиоксидантами. Фенольні сполуки в виноградному гроно локалізовані нерівномірно.

Найбільша кількість фенольних сполук з біологічною дією зосереджена в шкірці, гребені та насінні. В м'якоті в основному знаходяться фенолокислоти, похідні ферулової та оксибензойної кислот.

Розробка та використання в консервній галузі нового обладнання дозволяють суттєво змінити окремі технологічні операції, підвищити біологічну цінність виноградного соку, зокрема фенольними сполуками, розробити безперервні процеси.

Інтенсивність переходу в сік екстрактивних речовин з шкірочки, м'якоті, гребенів, насіння залежить від ступеня подрібнення цілого гроно винограду, рН та температури середовища.

В роботі було використано дробарку – фінішерне обладнання (розробки проф. Гладушняка О.К.), яке дозволяє в безперервному режимі подрібнити ціле гроно винограду з одночасним відділенням рідкої фази (діаметр сітки 0,8 мм). Температура м'язги на виході становила 40 °С [2].

Рідка фаза далі піддавалась центрифугуванню (5000 об/хв протягом 20 хв) в результаті чого отримували сік (65 – 70) % та тонкоподрібнену масу (м'якоть).

Якість отриманих соків контролювали за вмістом фенольних сполук.

На вихід екстрактивних речовин із тонкоподрібненої сировини впливає рН середовища та температура.

Встановлено, що із зміною рН (титруємої кислотності) соку вміст фенольних сполук збільшується з 124,7 мг/100 г при рН = 3,5, до 290,9 мг/100 г при рН = 2,5. Вплив рН на вміст фенольних сполук досліджували використанням винограду з різним вмістом титруємих кислот від 0,5 г/100 г до 1,0 г/100 г.



Рис. 1 – Вплив збільшення титруємої кислотності зразків виноградного соку на вміст у ньому поліфенольних сполук

На розчинність фенольних сполук подрібненої виноградної маси впливає температура. З її збільшенням вміст фенольних сполук в соку підвищується з 124,7 мг/100 г при 20 °С до 228,6 мг/100 г при температурі 60 °С. Більш висока температура обробки впливає на смакові властивості соку.

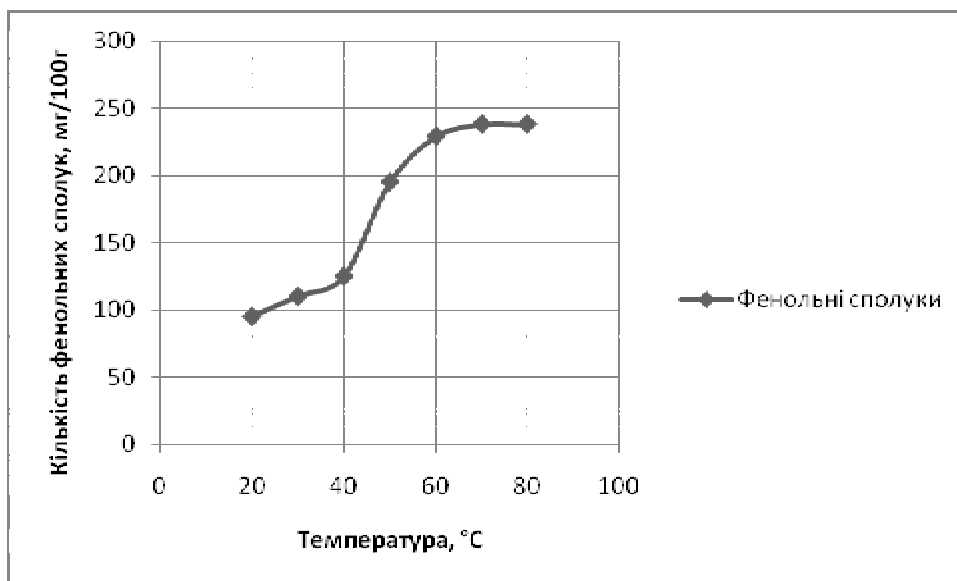


Рис. 2 – Залежність збільшення поліфенолів від попередньої обробки винограду нагріванням до 60 °С

Збільшити вихід фенольних сполук із тонкоподрібненої маси можливо за рахунок ультразвукової обробки. В роботі використовували ультразвуковий прилад з частотою акустичних коливань 90 кГц. Вміст фенольних сполук в соках становив 207,8 мг/100г.

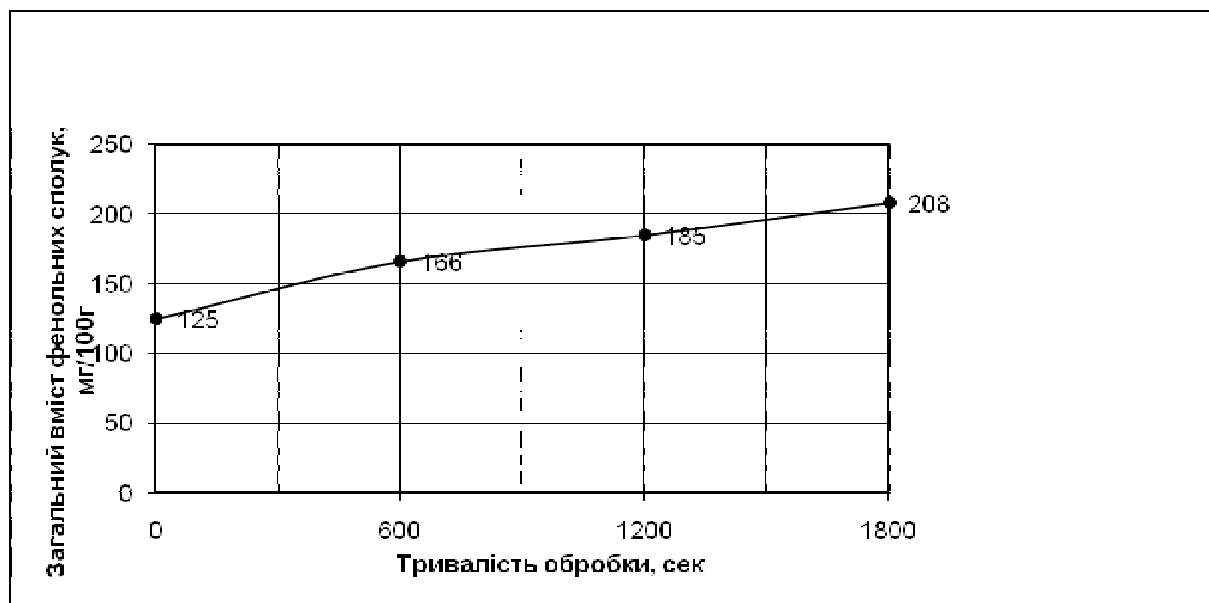


Рис. 3 – Залежність збільшення фенольних сполук від тривалості обробки тонкоподрібненої виноградної маси ультразвуком (90 кГц)

В останні роки для збільшення виходу соку мезгу обробляють пектолiтичними ферментами. В роботі використано пектолiтичні ферменти Pektinex Ultra SP-L з пектолiтичною активністю 26000 PG/мл (рН 3,5). Вихід соку становив 65%, кількість загальних фенольних сполук становила 207,8 мг/100г.

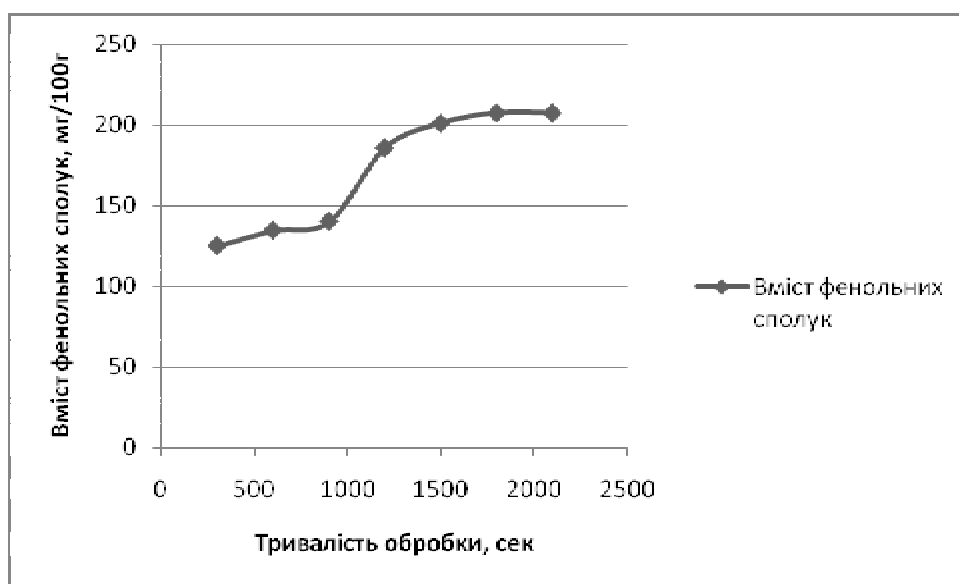


Рис. 4 – Залежність збільшення фенольних сполук від впливу обробки виноградного соку ферментним препаратом

У таблиці 1 наведено результати фізико-хімічних досліджень зразків соку з різними видами попередньої обробки.

Таблиця 1 – Характеристика виноградного соку

Вид обробки	Вихід соку, %	Титруєма кислотність, %	Колоїдні речовини, %	Зола, %	pH	Загальний вміст цукру, %	Загальний вміст фенольних речовин, мг/100г	Вміст антоціанів, мг/100г	Вміст ресвератрола, мг/100г
Контроль	60	0,40	4,56	0,28	3,5	18,97	60,0	12,00	0,8
Сік із тонкоподрібненого виноградного грона	60	0,41	5,40	0,35	3,5	19,10	124,7	33,80	1,5
Сік з високою кислотністю	60	1,00	7,40	0,26	2,5	19,00	290,9	79,25	6,8
Нагрів тонкоподрібненої маси до 60°C	65	0,38	13,20	0,32	3,5	18,86	228,6	59,20	4,2
Ультразвукова обробка (90 кГц) тонкоподрібненої маси	70	0,36	5,60	0,30	3,5	19,00	207,8	44,38	3,9
Обробка тонкоподрібненої маси ферментним препаратом Pectinex	65	0,49	5,80	0,86	3,5	18,90	207,8	47,55	3,6

Виробництво виноградного соку передбачає отримання кришталево прозорого соку, що досягається використанням освітлювачів (желатин, танін, бентоніт, ферментні препарати).

Сутність процесу освітлення – порушення стабільної рівноваги колоїдної системи соку (зв'язування та вилучення фенольних сполук желатином, білкових речовин – таніном, пектинових речовин – пектолітичними ферментами).

Одним із відомих способів освітлення соків є освітлення купажуванням соків з різною характеристикою їх колоїдних систем.

Нами встановлено, що в запропонованих умовах отримання виноградного соку, краще екстрагування фенольних сполук призводить до порушення рівноваги колоїдної системи виноградного соку, іде процес самоосвітлення.

На підставі проведених досліджень розроблена технологія виноградного соку з високим вмістом фенольних сполук (рис.4).

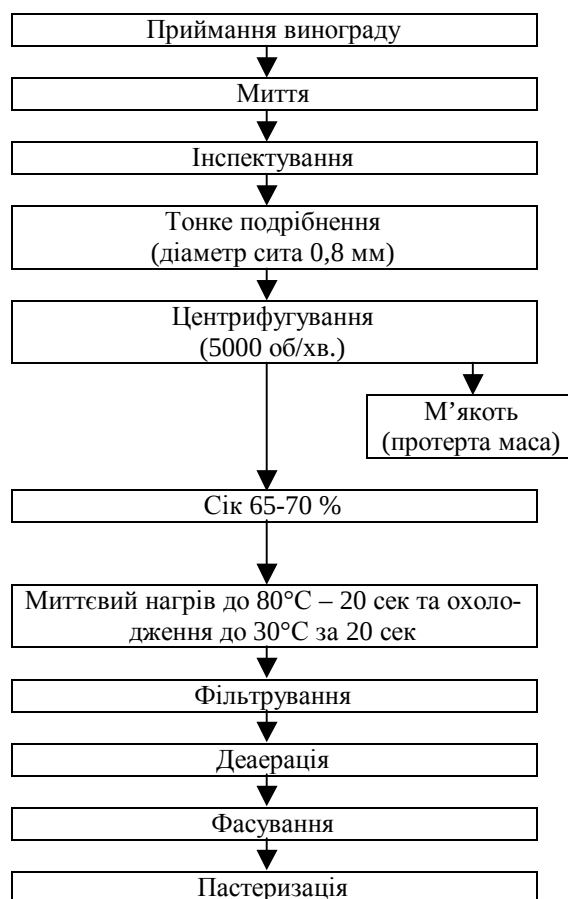


Рис. 4 – Технологічна схема виробництва виноградного соку з високим вмістом фенольних сполук

Література

1. Самсонова А.Н., Ушева В.Б. Фруктовые и овощные соки (Техника и технология) – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287с.: ил.
2. Саркисян А.О., Безусов А.Т., Гладушняк А.К. Использование дробильно – финишерной установки для получения сока из целых гроздей винограда // Харчова наука і технологія. – 2008. - №4(5). – с. 45-47.

УДК: [664.859.4:664.87]

РОЗРОБКА НОВОГО СПОСОБУ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФРУКТОВИХ ПЮРЕ

**Сапожнікова Н.Ю., аспірант, Лято В.І., магістр, Безусов А.Т. д-р. техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Теоретично та експериментально досліджена можливість використання технології розділення фаз для концентрування фруктових пюре. Досліджено зміна в'язкості фруктової маси, отриманої холодним та класичним протиранням.

There has been theoretically and experimentally proved possibility of use the technology of division of phases for the concentration fruit puree. There has been conducted a change viscosity of the fruit mass, was obtained the cold-grated and the classical technology.

Ключові слова: концентрування, фруктові пюре, холодне протирання.

Одним з головних аспектів перспективного розвитку харчової галузі є розробка технологій виробництва, які б дозволили виробляти консервовану продукцію з високими органолептичними, фізико-хімічними та біохімічними показниками якості протягом цілого року.

При концентруванні фруктових пюре, які містять зважені частинки і мають високу початкову в'язкість з явно вираженими структурно-в'язкими або псевдо-пластичними властивостями, утворюється в'язка або клейка маса. На початку процесу концентрування швидко наростає в'язкість плодової маси, що призводить до подальшого зниження або повного припинення випаровування води. З підвищенням температури відбувається підгорання маси, зміна кольору і смаку.

М'якоть фруктів, в основному, складається з пектинових речовин, целюлози та геміцелюлози, які впливають на збільшення в'язкості фруктової маси при концентруванні. Розчинна форма пектинових речовин значно впливає на в'язкість продукту, тоді як вплив протопектину і целюлози незначний [1].

При виробництві фруктових пюре однією з ключових операцій є бланшування, метою якого є переведення протопектину в розчинну його форму. При виробництві концентрованих пюре цей процес небажаний, оскільки протопектин, що перейшов в розчинну форму, значно збільшуватиме в'язкість уварюваної маси та сприятиме процесу студнеутворення при подальшому зберіганні.

Фруктові пюре містять велику кількість м'якоті (співвідношення м'якоті і рідкої фази переважно складає від 1,4 до 2,0; а динамічна в'язкість рідкої фази – (24...160) мПа·с і більше) і характеризуються яскраво вираженими пластичними властивостями.

Існуючі технологічні схеми концентрування пюре не дозволяють отримати в концентраті масову частку сухих речовин вище 38% [2].

Запропоновано нову технологію концентрування пюре методом розділення фаз. Згідно цьому способу тверда фаза (плодова м'якоть) на центрифугі відокремлюється від рідкої (сік). Рідка фаза після концентрування змішується з відокремленою раніше м'якою. Але запропонований спосіб виправдав сподівання лише для переробки продуктів середньої в'язкості, для в'язких фруктових пюре цей метод не придатний [2].

Метою роботи була розробка нового способу підготовки фруктової маси до концентрування, яка б дозволила збільшити вміст нерозчинних сухих речовин (м'якоті) в концентратах без можливого желювання в подальшому виробництві та зберіганні.

Дослідження проводили на зразках яблучного пюре, отриманого холодним способом.

Структура фруктового пюре зв'язана з анатомічною структурою тканини, зі складом стінок клітки і фізичним станом полімерів в клітці. Швидке розм'якшення паренхімної тканини відбувається в результаті втрати цілісності середнього шару, що виражається в зменшенні міцності тканини. Оскільки на зміну співвідношення розчинних і нерозчинних пектинових речовин у фруктовій масі значно впливає температура [3], було проведено ряд експериментальних досліджень по впливу попередньої теплової обробки на реологічні властивості яблучної маси.

При температурі нагрівання яблучної маси 30°C протягом 30 хвилин в'язкість маси змінюється у незначній кількості, що вказує на відсутність процесу переходу протопектину у розчинний пектин. Збільшення часу витримки яблучної маси при незмінній температурі до 60 хвилин призводить до збільшення в'язкості майже у 1,5 рази, що пояснюється протіканням процесів ферментативних перетворень пектинових речовин, які найбільш активні в діапазоні температур до 45°C. У інтервалі температур 65...75°C відбувається розм'якшення маси, збільшується в'язкість тільки за рахунок теплового хімічного перетворення протопектину на розчинний пектин (рис.1).

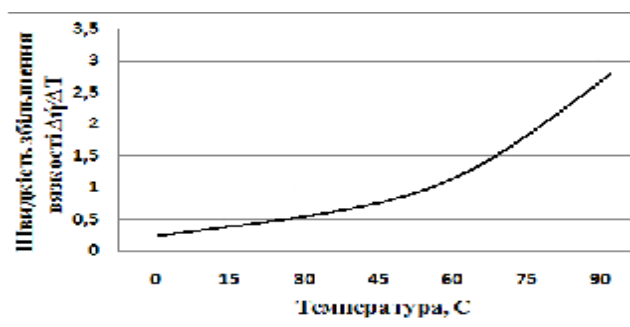


Рис. 1 – Вплив температури на в'язкості яблучного пюре

Оскільки процес переходу протопектину у розчинний пектин викликають ферментативні і неферментативні процеси, які часто протікають одночасно, нами було підтверджено, що ферментами відповідальними за консистенцію концентрату є пектинметилестераза і полигалактуроназа. При цьому внесок

полигалактуроази в зміну консистенції незначний. Активність пектинметилестерази по мірі зростання температури від 20°C до 55°C підвищується, при цьому знижується ступінь етерифікації розчинного пектину, що веде до переходу його в нерозчинну форму (пектинові кислоти).

Вміст розчинного пектину в яблучному пюре значно збільшується після теплової обробки при температурах (75...95)°C, що призводить до різкого збільшення в'язкості напівфабрикату (рис. 2).

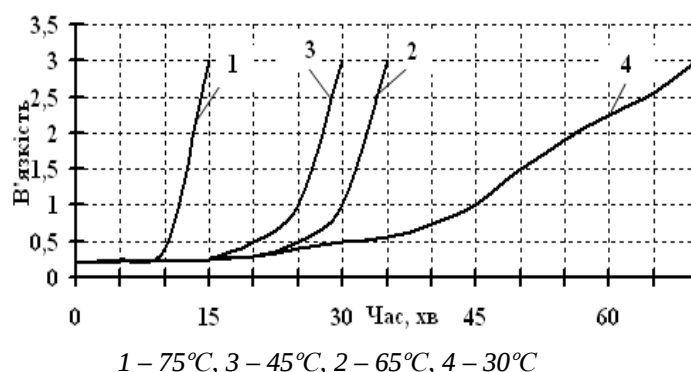


Рис. 2 – Зміна в'язкості яблучного пюре в залежності від часу та температури

Зниження температури попередньої обробки фруктової маси перед протиранням дозволяє зменшити в'язкість напівфабрикату, що значно полегшує технологічний процес, за умови подальшого раціонального вибору режимів концентрування. З вище наведеного витікає, що найбільш придатним варіантом попередньої обробки яблук до концентрування є застосування холодного протирання. Такий технологічний прийом при виробництві концентрованих фруктових пюре дозволяє регулювати і попереджувати небажані процеси, які впливають на якість готової продукції.

Так як в концентрованих консервованих продуктах найбільш цінним компонентом є м'якоть, то підвищення її вмісту в концентраті дозволить багаторазово збільшити харчові властивості готового продукту. Проведені дослідження показали, що впровадження простих технологічних операцій (холодне протирання, центрифугування) дає змогу підвищити вміст м'якоті у відновлених соках в 4–5 разів.

Технологічна схема отримання концентрованого яблучного пюре включає в себе процеси миття, інспекції, холодного протирання на дробильно-фінішній установці ($d=0,5\ldots0,8$ мм) [4], відділення м'якоті на центрифугі (5000 об/хв), змішування з протертою яблучною масою або з концентрованим яблучним соком (рис. 3).

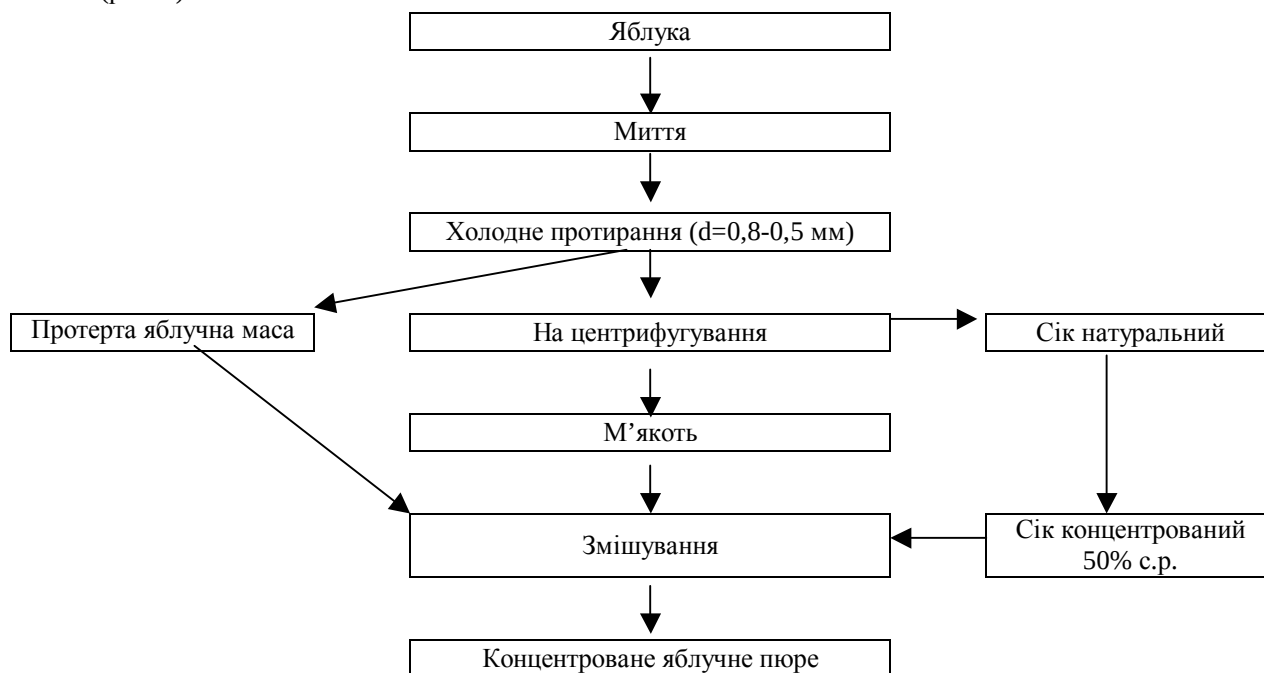


Рис. 3 – Принципова технологічна схема концентрування фруктових пюре методом розділення фаз

У отриманій, в результаті центрифугування, твердій фізі (м'якоті) відсутні певні технологічні властивості – вона має рихлу консистенцію, нев'язка, ускладнює перекачування маси. З метою надання твердій фазі необхідних технологічних властивостей, нами були проведені дослідження по встановленню оптимального співвідношення твердої та рідкої фаз.

Оцінку концентрованого пюре проводили на 7 зразках: зразок №2 – пюре холоднопротерте яблучне; зразок №3 – м'якоті, одержана після центрифугування; зразок №4 – співвідношення холоднопротертої маси та м'якоті 1:1; зразок №5 – 1:2; зразок №6 – 1:3; зразок №7 – 1:4; зразок №8 – сік концентрований; зразок №9 – холоднопротерте концентроване яблучне пюре. У якості контролю було обрано пюре яблучне (зразок №1). Результати досліджень представлені у таблиці.

Таблиця – Характеристика зразків

Зразок	р.с.р., %	Пектин		Целюлоза	Геміцелюлоз	Крохмаль	н.с.р., %	М'якоті
		Розчинний	Протопектин					
1	10	0,9	0,100	0,60	0,40	0,80	2,80	79,0
2	10	0,5	0,500	0,60	0,40	0,80	2,80	26,0
3	10	0,1	0,600	1,20	0,80	1,40	4,10	100,0
4	10	0,1	0,750	0,90	0,60	1,10	3,45	84,0
5	10	0,1	0,700	1,00	0,67	1,20	3,67	85,0
6	10	0,1	0,675	1,05	0,70	1,25	3,78	88,4
7	10	0,1	0,660	1,08	0,72	1,28	3,84	96,1
8	55	1,9	-	-	-	-	2,00	-
9	22,5	1,2	0,600	1,00	0,60	1,00	3,20	89,0

При змішуванні яблучного пюре отриманого холодним способом із м'якоті (зразок №7) вміст нерозчинних сухих речовин в кінцевому продукті збільшується з 2,8% у пюре до 3,84% в концентраті. При цьому вміст розчинного пектину зменшується на 24% за рахунок перерозподілу розчинного пектину між соком та м'якоттю. Нерозчинний протопектин, який знаходиться в м'якоті, переходить до концентрованого пюре, таким чином в'язкість пюре не збільшується.

Зміна вмісту нерозчинних сухих речовин має пряму залежність від вмісту м'якоті в пюре (таблиця). Таким чином, нами було теоретично та експериментально досліджена можливість використання технології розділення фаз для збільшення в продукті нерозчинних сухих речовин. Досліджено механізм зміни в'язкості фруктових мас отриманої холодним протиранням та класичним тепловим протиранням, при різних температурах та різному часі витримки. При концентруванні дуже важлива наявність у напівфабрикаті протопектину.

Розроблена технологія дозволяє багаторазово збільшити вміст нерозчинних сухих речовин в концентратах без желювання та застигання при подальшій переробці та зберіганні, отримати продукт з високими показниками якості.

Література

1. Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби: Підручник /Б.П. Флауменбаум, Є.Г. Кротов, О.Ф. Загібалов та ін.; За ред. Б.Л. Флауменбаума. – К.: Вища шк., 1995. – 301 с.: іл
2. Karl Hermann Chemische Zusammensetzung von Obst und Fruchtsäften einschliesslich wichtiger Gemüsesäfte// In.: Schobinder. U.: Frucht und Gemüsesäfte. E/ Ulmer, Stuttgart, Kap. 2. Phenolic compounds in food and their effects on health// ACS Symposium series, 1992. № 507, P. 326–349/
3. Наместников А. Ф. Новое в зарубежной и пищевой промышленности (т. 1)/ А. Ф. Наместников //Перевод с англ. - М.: Пищевая промышленность, 1971. – 288 с.
4. Пат. 29406. Україна Установка для первинної переробки рослинної сировини холодним способом/ Гладушняк О.К. - № u200710673; заявл. 27.09.2007; публ. 10.01.2008, Бюл.

ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВОДИ Й СОКІВ

Колесніченко С.Л., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведені експериментальні дані по визначенню у воді й деяких соках одного з основних параметрів біосумісності – окислювально-відновного потенціалу.

In the article experimental information is resulted on determination in water and some juices of one of basic parameters of biocompatibility – redox.

Ключові слова: вода, соки, окислювально-відновний потенціал.

Одним з п'яти глобальних факторів ризику для здоров'я людини Всесвітня організація охорони здоров'я назвала небезпечну воду. Більше 80% всіх проблем зі здоров'ям пов'язані з якістю питної води.

Питна вода за органолептичними, хімічними, радіологічними і мікробіологічними показниками повинна відповідати вимогам державних стандартів і санітарного законодавства, а також бути безпечною, подібною до води людського організму, тобто бути біосумісною. Одним з основних параметрів біосумісності води з погляду сучасної медицини є її окислювально-відновний потенціал (ОВП).

Окислювально-відновні реакції – основні процеси, які забезпечують життєдіяльність організму. Під час протікання цих реакцій змінюється електричний потенціал речовини, що окислюється або відновлюється. Різниця електричних потенціалів між ними й є окислювально-відновним потенціалом або Red-ox потенціалом. Для кожної окислювально-відновної реакції значення ОВП обчислюється по досить складній формулі, виражається в мілівольтах і може мати як позитивне, так і негативне значення.

В організмі людини енергія, яка виділилася в ході окислювально-відновних реакцій, витрачається на підтримку гомеостазу й регенерацію клітин, тобто на забезпечення процесів життєдіяльності організму. ОВП внутрішнього середовища організму в нормі завжди має негативні значення, які звичайно перебувають у межах від мінус 70 до мінус 200 мВ. Молоко матері має ОВП мінус 70 мВ, оптимальне середовище для рухливості сперматозоїдів мінус 130 мВ, для росту корисних людині бактерій від +50 до мінус 200 мВ. Необхідна зміна ОВП води в організмі відбувається за рахунок витрати електричної енергії клітинних мембран, а саме енергії найвищого рівня, енергії, що є кінцевим продуктом біохімічного ланцюга трансформації живильних речовин.

Звичайна водопровідна вода, бутильована вода, мінеральна вода в пластикових пляшках мають ОВП від +100 до +450 мВ. Наприклад, водопровідна вода в м. Одесі має ОВП +170...+280 мВ. Вода водопровідна свіжокип'ячена дорівнює +120 мВ, через годину після охолодження в ній починає накопичуватися позитивний потенціал. Вода бутильована дорівнює +110 мВ, вода «Миколінська» має +106 мВ.

Коли питна вода з позитивним ОВП проникає в тканини організму, вона віднімає електрони з кліток і тканин, які складаються з води в середньому на 80%. У результаті цього процесу структури організму (клітинні мембрани, органіди клітин, нуклеїнові кислоти та ін.) піддаються окисному руйнуванню. У такий спосіб організм зношується, старіє, життєво важливі органи втрачають свої функції. Однак ці негативні процеси можуть бути вповільнені, якщо в організм із напоями та їжею надходить вода, що має захисні відбудовні властивості. Нормою для питної води вважається ОВП не вище +50 мВ. Якщо в організм попадає вода, що має ОВП близький до ОВП організму, то вона негайно засвоюється, легко проникаючи в клітини. При попаданні в організм води, що має ОВП нижчий за ОВП організму, відбувається забезпечення клітин додатковою енергією й антиоксидантним захистом. Вся вода організму оновлюється протягом трьох-чотирьох тижнів, а позаклітинна вода – за тиждень.

Загальноновизнано, що свіжі соки мають гетеропротекторні властивості. ОВП деяких з них:

- картопляний –58 мВ;
- кабачковий –25 мВ;
- томатний +40 мВ;
- морквяний +50 мВ;
- огірковий –10 мВ.

Молоко коров'яче має ОВП порядку мінус 10 мВ, сироватка – мінус 25 мВ, сироватка після зберігання в холодильнику протягом 12 годин має +68 мВ.

Негативний потенціал мають також мінеральні води із природних джерел: «Моршинська» – мінус 70 мВ; «Нафтуся» – мінус 40 мВ; вода із джерела Св. Ганни (с. Онішковці) – мінус 75 мВ.

У природних водах залежно від значення ОВП розрізняють декілька основних ситуацій:

— Окисна, характеризується значеннями $+100...+150$ мВ, присутністю в воді вільного кисню, а також цілого ряду елементів у вищій формі своєї валентності. Ситуація найбільш часто зустрічається в поверхневих водах.

— Перехідна окислювально-відновна ситуація визначається величинами від 0 до $+100$ мВ, нестійким геохімічним режимом і змінним змістом сірководню й кисню. В цих умовах протікає як слабе окислювання, так і слабе відновлення цілого ряду металів.

— Відбудовна, характеризується значеннями менше нуля. Ситуація типова для підземних вод, де присутні метали низьких ступенів валентності, а також сірководень.

Висновки

Основою всіх біохімічних процесів, що протікають у організмі людини, є вода. Показник ОВП дозволяє оцінити біосумісність води організму людини й води, що надходить із питвом та їжею.

Література

1. Донцов В.И., Крутько В.Н., Подколзин А.А. Старение: механизмы и пути преодоления. –М.: Биоинформсервис, 1997. – 90 с.
2. Бахир В.М. и др. Электрохимическая активация: очищение воды и получение полезных растворов. – М.:ВНИИМТ, 2001.– 176 с.
3. Аристова Н.А., Пискарев И.М. Активация молекулярного водорода, растворенного в воде. // "Вода: химия и экология" №1, 2009, с.27–32.

УДК 664.84.046:635.656.063.4

ПРО НОВІ ПІДХОДИ ДО БЛАНШУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ГОРОШКУ

Палвашова Г.І., канд. техн. наук, доцент, Алі Реайд Шамкі, апірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведена порівняльна характеристика швидкості набрякання зеленого горошку в залежності від попередньої обробки.

In the article the comparative description of starch of green pea and technological processing has been show.

Ключові слова: зелений горошок, крохмаль, амілоза, амілопектин, набрякання.

Горошок широко розповсюджений та важливий продукт у харчуванні населення. Попит овочевих консервів у нашій країні обумовлений тими сприятливими кліматичними умовами, які дозволяють з мінімальними витратами вирощувати практично більшу частину існуючих у світі овочів.

Горошок легко засвоюється та має високу дієтичну цінність, тому що є значним джерелом білків та вуглеводів. Він може вживатися в їжу в вареному вигляді одразу після збирання або зберігатися недовгий час в стручках, а після відповідної обробки знаходитися на тривалому зберіганні. За винятком цукрових сортів, які вживаються в їжу разом зі стручками, для харчових цілей вживаються тільки зерна горошку.

В процесі дозрівання в зернах відбувається накопичення крохмалю і зменшення вмісту цукру, в результаті чого горошок стає грубим і крохмальним. Тому для консервування горошок рекомендовано використовувати тільки в стадії технічної стиглості, коли стручки його повністю не дозріли і зерна мають тонку ніжну оболонку і ніжну м'якоть. В цій стадії стиглості в міст цукрі складає не менше 5 %, крохмаль – не більше 3%, вітаміну С – не менше 30 мг/100 г.

Ступінь стиглості, навколишні умови вирощування і характер технологічних процесів впливають на зміну хімічного складу горошку, і відповідно, його харчову цінність.

Горошок, який вирощений в північних районах, містить більше цукрів (6...8 %) і менше крохмалю (2 %). До складу горошку входять 20 амінокислот, з них 8 незамінних. В першу чергу харчова цінність зеленого горошку пов'язана з вмістом цукрів, білка і вітаміну С.

Знання хімічного складу зеленого горошку в період його консервної зрілості, а також змін складу під час зберігання у свіжому вигляді, консервування та наступного зберігання готових консервів дуже важливе для технолога, тому що дозволяє зрозуміти вплив ступеня стиглості горошку та різноманітних режимів його обробки на органолептичні показники та енергетичну цінність продукту, що консервується.

В період консервної стиглості швидкість досягання різко зростає і відповідно прискорюються зміни хімічного складу. Це пов'язано з активною ферментативною системою горошку. Ферменти горошку мають велике технологічне значення, тому що вони є причиною псування продукту і при стерилізації та зберіганні знижують його харчову цінність чи викликають виникнення сторонніх присмаків і запахів.

До ферментів, які викликають псування свіжого або консервованого горошку, відносять каталазу, пероксидазу, аскорбіноксидазу, хлорофілазу, ліпазу, ліпоксидазу, α — гідроксидегідрогеназу, декарбоксілазу [1, 2, 3].

Виробництво консервів з зеленого горошку пов'язане з короткочасною сезонністю дозрівання. В зв'язку з цим на заводах впроваджена переробка сухого зеленого горошку, що привело до низки проблем, а саме: тривалості процесу замочування та фізичного браку консервів у процесі стерилізації в автоклавах. Тому необхідно було дослідити технологічні особливості сухого зеленого горошку та параметри його попередньої обробки — замочування або бланшування.

Для вирішення поставленої мети було проведено низку дослідів із замочуванням сухого гороху у холодній воді кімнатної температури, а також бланшування сухого горошку в межах температур 60...100 °C як у звичайній воді, так і у 1-відсотковому розчині солі.

Основною складовою частиною бобових культур є крохмаль.

Крохмаль — полісахарид, який існує у частково кристалічних гранул, нерозчинних у воді при кімнатній температурі. Зерна крохмалю складаються з амілопектину й амілози. Коли гранули крохмалю піддають дії води при підвищеній температурі (бланшування), вони набрякають, абсорбуючи воду, руйнуються, і амілоза переходить у розчин. У деякому діапазоні температур відбувається клейстеризація крохмалю у в'язкий гель.

При клейстеризації крохмалю відбувається структурна аморфізація, в результаті якої кристаліти амілопектину руйнуються.

У нативних крохмалів обмежена стійкість у технічних процесах, вони також схильні до ретроградації та синерезису — небажаних явищ, які погіршують якість продуктів. Оптимальних властивостей нативні крохмалі набувають лише після модифікації [5].

У розведених та концентрованих розчинах набряклі зерна крохмалю поведуть себе по-різному. В першому випадку при бланшуванні суспензії зерна вільно набрякають та в'язкість клейстеру залежить від об'єму, що займають частинки.

Амілоза і амілопектин крохмалю володіють різною структурою та по-різному поведуть себе при бланшуванні крохмалю. Дослідженнями проведена оцінка змін цих компонентів крохмалю з горошку при його бланшуванні (рис.1). В результаті аналізу клейстеру встановлено, що на початковому етапі бланшування крохмалю переважає розчинення амілози у фазі з високим вмістом його полімеру та відмічається перехід її у фазу з низьким вмістом амілози.

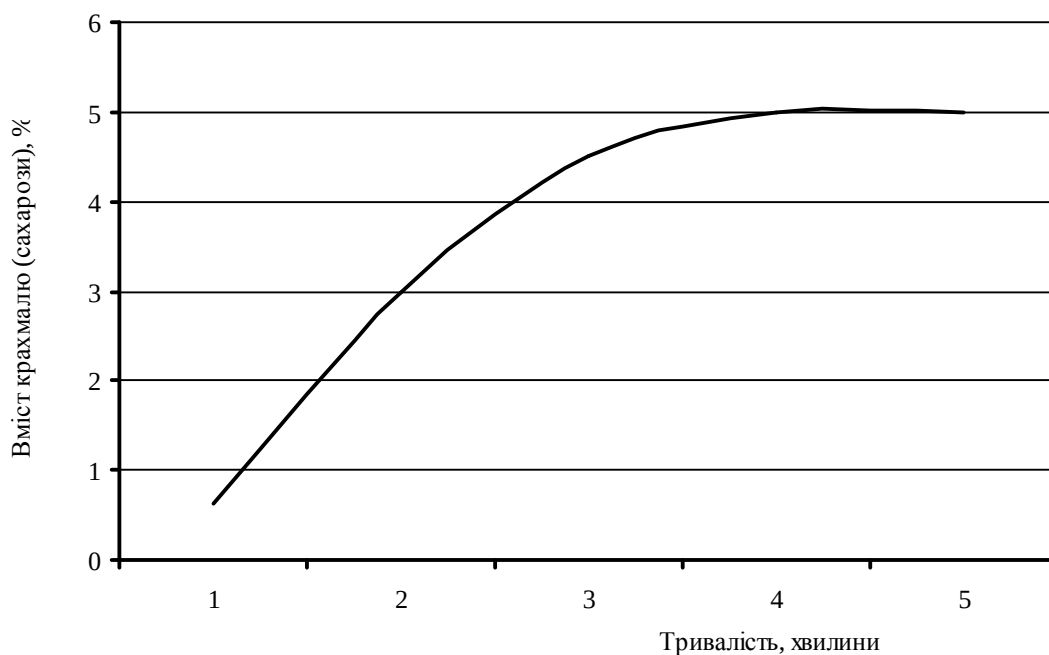


Рис. 1 – Інтенсивність виділення крохмалю при бланшуванні у воді з температурою 85 – 90 °C

При охолодженні концентрованих клейстерів проходить упорядкування їх структури та утворення різних за міцністю драглів.

Утворення гелю спостерігається під час зберігання готових консервів. На дно банки випадає мутний осад, який погіршує органолептичні показники консервів та їх привабливість для споживача.

Тому метою дослідження був пошук таких методів попередньої підготовки горошку, щоб уникнути утворення осаду під час охолодження консервів після „власно” стерилізації або під час зберігання їх на складі готової продукції. Такими методами можуть бути:

- техніка бланшування;
- біохімічна обробка горошку ферментними препаратами для гідролізу крохмалю, до простих вуглеводів та інші.

У зв'язку з короткочасним сезоном дозрівання зеленого горошку і швидким псуванням сільськогосподарські господарства не зацікавлені збирати його в молочній стадії стиглості, а тільки в стадії технічної стиглості. Горох даної стадії стиглості не використовують для виробництва консервів „Зелений горошок натуральний”

В теперішній час знайшли інший вихід з даної ситуації — це сушіння зеленого горошку в молочній стадії стиглості при вмісті крохмалю не більше 6 %. У зв'язку з переходом на випуск консервів з сухого зеленого горошку заводи зустрілися з певними проблемами, а саме:

- фізичний брак консервів під час стерилізації (зривання кришок);
- консистенція готових консервів не відповідає вимогам та інше.

На основі даного аналізу нами були проведені пошукові дослідження по виявленню та усуненню вказаних проблем.

Основною характеристикою для бобових культур є ступінь набрякання — Φ , який пов'язаний з вищенаведеними властивостями амілози та амілопектину. В зв'язку з цим були проведені досліді по визначенню ступеня набрякання — Φ , % при бланшуванні попередньо замоченого сухого горошку у воді (табл.1).

Таблиця 1 – Бланшування замоченого горошку

$t, ^\circ\text{C}$	τ , хв	Маса, г	Приріст маси, г	$\Phi_{\text{г}}$, %	$\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{т}}$	$\lg (\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{т}})$	Φ°
60	0	50	—	—	—	—	96
	5	78	28	56	8	0,9	89
	10	79	29	58	6	0,8	70
	15	80	30	60	4	0,6	69
	20	82	32	64	—	—	68
	25	82	32	64	—	—	68
	30	82	32	64	—	—	68
100	0	50	—	—	—	—	96
	5	79	29	58	1	0	89
	10	79,5	29,5	59	—	—	78
	15**	79,5	29,5	59	—	—	74
	20	79,5	29,5	59	—	—	69
	25	79,5	29,5	59	—	—	69
	30	79,5	29,5	59	—	—	69

** — на 15 хвилині горошок розварювався і подальша обробка є недоцільною, тому що за вимогами НД повинна зберігатися цілісність зерен горошку і його невисока щільна консистенція

Результати, наведені в таблиці, свідчать про те, що горошок був зібраний не в стадії молочної стиглості, а технічної стиглості, тобто сухий зелений горошок не відповідає вимогам НД. В зв'язку з цим необхідно провести коректування режиму бланшування, а також і режиму стерилізації, тому що горошок має властивість ще до збільшення маси. Тобто збільшення маси при стерилізації призведе до всмоктування заливки та зростання тиску в банці і як наслідок — до зривання кришок під час стерилізації.

Попередні дослідження показали, що процес набухання при низьких температурах відрізняється від набухання при високих температурах тим, що крохмаль набуває оптимальних властивостей лише після структурної аморфізації, в результаті дії високих температур. Очевидно, більшість води забирає крохмаль і білки набухають менше.

Відомо, що більшість білків гороху — солерозчинні, тому проведення бланшування у сольовому розчині (табл. 2) вдвічі прискорило швидкість набухання води та призвело до збільшення маси гороху в 1,5...2 рази.

Таблиця 2 – Бланшування пророслого горошку

t, °C	τ, хв	Маса, г	Приріст маси, г	Ф _г , %	Ф _{max} -Ф _τ	Ig (Ф _{max} - Ф _τ)	Φ°
60	0	50	—	—	—	—	90
	5	92,62	42,62	21,31	0	—	89
	10	92,62	42,62	21,31	—	—	89
80	0	50	—	—	—	—	90
	5	93,42	43,42	21,71	0	—	75
	10	93,42	43,42	21,71	—	—	60
100	0	50	—	—	—	—	90
	5	92,62	42,62	21,31	—	—	69
	10	92,62	42,62	21,31	—	—	69

Під час зберігання готових консервів спостерігається утворення гелю. На дно банки випадає мутний осад, який погіршує органолептичні показники консервів та їх привабливість для споживача. Крім цього, консерви із сухого зеленого горошку не відповідають реологічному показнику «ефективності розм'якшення», який характеризує кулінарну готовність гороху.

Тому метою дослідження був пошук таких методів попередньої підготовки горошку, щоб уникнути утворення осаду під час охолодження консервів після „власне” стерилізації або під час зберігання, а також досягнення кулінарної готовності гороху.

Одним з таких прийомів, який дає змогу пом'якшити консистенцію сухого зеленого горошку, є його пророщування, яке проводилося шляхом замочування сухого горошку у воді при кімнатній температурі з гідромодулем, відповідним відсотку вологості необхідної для пророщування зерна гороху. В процесі пророщування в зерні виділяється гіберелін, який звільняє клітини горошку від консерванту – інгібітора, стимулює ріст рослин. Також у зерні утворюються вітаміни, які інтенсивно синтезуються із вуглеводів. Наприклад, вміст вітаміну С досягає 20 – 40 мг/100 г.

Таблиця 3 – Бланшування замоченого зеленого горошку при температурі 100 °C

τ, хв	У воді			У 1% розчині NaCl		
	m	Δm	Φ°	m	Δm	Φ°
0	50	—	96	50	—	—
5	79	29	89	91	41	74
15	79,5	29,5	78	91	41	65
20	79,5	29,5	74	91	41	63

Дані таблиці 3 свідчать про те, що після пророщування горошок досягає максимального ступеня набрякання, тому під час бланшування горошок не набрякає, тобто не всмоктував воду, а твердість за фінометром вже через 5 хвилин досягла мінімально можливого значення. Така ефективність процесу бланшування, а саме зниження твердості, дає змогу судити про те, що в процесі пророщування крохмаль, під дією власних ферментів розпадається на прості цукри, складні білки – до амінокислот, жири перетворюються в жирні кислоти.

Для визначення впливу жорсткості води на ступінь набрякання горошку, горошок попередньо замочували у водопровідній та дистильованій воді.

Після визначення приросту маси та твердості було встановлено, що жорсткість води впливає на вказані показники. Так, приріст маси у дистильованій воді більше на 30 %, а твердість знижується на 1 – 2 %.

На основі проведених дослідів встановлено:

1. При вмісті крохмалю в сушеному зеленому горошку більше 6 % і в процесі стерилізації горошок продовжує набухати, що призводить до зриву кришок, а також до утворення в продукті білого осаду крохмалю. Тобто, діючий режим стерилізації горошку при вмісті в ньому крохмалю більше 6 % не може бути рекомендований для даного випадку.

2. Встановили природний біохімічний спосіб підготовки сухого зеленого горошку пророщування. При цьому крохмальні зерна розпадаються на прості вуглеводи та пом'якшується консистенція гороху.

3. Рекомендувати для промисловості бланшування сухого зеленого горошку в попередньо пом'якшеній воді. При цьому спостерігається приріст маси на 3 – 4 % більше, ніж у водопровідній воді, а твердість зерен зменшується на 1 – 2 %.

4. Рекомендувати в промисловості застосовувати бланшування сухого горошку в 1-відсотковому розчині NaCl. Проводити бланшування рекомендується при температурі 100°C впродовж 20 хв. При цьому приріст маси та зменшення твердості зерен проходять більш інтенсивно, крім того, покращуються смакові та органолептичні властивості горошку.

Література

1. Рихтер М. Избранные методы исследования крахмала / М. Рихтер, З. Аугустат, Ф. Ширбаум. Перевод с немецкого к.т.н. Л.В.Бабиченко, Е.А.Вороновой, К.Н.Чижовой. Под ред. д.б.н. Н.П.Козьминой и д.т.н. В.С.Грюнера // М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 184 с.
2. Россока С.И. Определение активности действия эмигиста С на разных фазах прорастания гороха. /С.И.Россока// Интродукція рослин. – 2002. – № 3 – 4. – С.140 – 145.
3. Федосова К.С. Клейстеризация крохмалю водяного гороха / К.С. Федосова, С.К. Брийс, А.Т. Безусов– М.: Наук. пр.– Вип. 27.– 2004. – С. 54 – 57.
4. Павлова Г.Н. Автореферат диссертации. Изменение качества зеленого горошка при созревании, транспортировании и хранении в совершенствовании технологии его консервирования. Одеса, 1979. – 23 с.
5. Пимчук С.М. Активність інгібіторів трипсину в зерні різних сортів гороху /С.М. Пимчук, М.В. Решетеников// Наук. пр. Полтав. держ. аграр. акад. – 2002. – Т.1 – С. 58 – 60.

УДК 664.844:635.074

ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН У НОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ СУШІННЯ ЗЕЛЕНІ

Кобелєва С.М., канд. техн. наук, доцент, Труфкаті Л.В., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті представлено новий спосіб сушіння зелені пряносмакових культур, що включає попереднє замочування в емульсії поверхнево-активних речовин і дозволяє скоротити час сушіння, підвищити якість сушених продуктів та їх стійкість при зберіганні.

The new drying manner of green leaf cultures, which includes the preliminary treatment of the surfactant species solution, presents in this article. This manner allows decreasing the drying time, to make better the dry leaf cultures quality and the resistance during storage.

Ключові слова: зелень сушена, кріп, петрушка, селера, кінза, спосіб сушіння, поверхнево-активні речовини (ПАР).

Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Поява нових та поширення відомих захворювань, так званих «хвороб цивілізації», викликаних погіршенням екологічної обстановки, забрудненням повітря і води, масовим застосуванням населенням антибіотиків і гормональних препаратів, різноманітним стресовим ситуацій, нераціональним і неповноцінним харчуванням (дефіцитом у раціоні харчування біологічно активних речовин), низькою споживчою здатністю населення, хімізацією продуктів харчування та впливом інших негативних факторів на стан здоров'я людини, призводить до зростання ролі функціональних продуктів, що є адаптогенами і лікувально-профілактичними засобами [1].

Одним з аспектів проблеми управління якістю і профілактичними властивостями харчових продуктів є наукове обґрунтування розробки нових технологій поліфункціональних харчових систем, оптимальних за складом, адекватних кількісно і якісно нутрієнтним потребам різних груп населення.

Існує декілька основних способів виробництва функціональних продуктів харчування, одним з яких є виробництво традиційних продуктів харчування, додатково збагачених функціональними інгредієнтами [2].

Відомо, що зелень пряносмакових культур (кропу, петрушки, селери, кінзи) є багатим джерелом не тільки ароматичних речовин, але й біологічно активних мікронутрієнтів – хлорофілу, поліфенольних сполук, каротиноїдів та аскорбінової кислоти. Синергізм останніх формує комплекс функціональних властивостей продуктів. Зокрема, маються на увазі антиоксидантна, антиканцерогенна, детоксикуюча, антимікробна, імуностимулююча дії (тест відновлення нітросинього тетразолу, динаміка лізоциму, Т- і В-лімфоцитів, макрофагів). Важливою властивістю є також здатність регулювати функціонування нейрогуморальної, кровоносної, травної систем і процесів біосинтезу нуклеїнових кислот та інших сполук [1, 3].

Тому пропонується використовувати добавки сушених пряносмакових культур із сенсорними перевагами, поліпшеними показниками якості та підвищеною біологічною активністю до традиційних продуктів харчування як один із способів отримання функціональних продуктів із визначеними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо декілька способів сушіння листових овочів, направлених на зменшення терміну сушіння, витрат енергії та збереження біологічно активних речовин. Наприклад, спосіб сушіння харчових продуктів, що включає обробку сировини рідким двоокисом вуглецю при тиску вищому за атмосферний, збивання у піну або спучування сировини при зменшенні тиску до атмосферного і видалення вологи шляхом підвищення температури і зниження тиску, причому обробку сировини рідким двоокисом вуглецю здійснюють у полі механічних ультразвукових коливань частотою 18 – 120 кГц, а видалення вологи здійснюють у полі електромагнітних коливань високої частоти не менш 850 МГц. Для зменшення терміну сушіння після миття здійснюють обробку водою при температурі 50 – 70 °С протягом 0,5 – 1 хв, що дозволяє видалити кутикулярний шар на листовій сировині, потім здійснюють продування повітрям для видалення надлишкової вологи, подрібнюють сировину на шматочки розміром 10 – 35 мм, при цьому сушіння здійснюють у шарі заввишки 60 – 80 мм протягом 60 – 180 хв при температурі повітря 50 – 75 °С і швидкості 7 – 10 м/сек [4].

До недоліків відомого способу сушіння можна віднести великий термін процесу сушіння, що призводить до зменшення кількості біологічно активних речовин. Висушений продукт має низьку якість за рахунок невисоких органолептичних властивостей. Крім того, цей спосіб потребує високих експлуатаційних витрат за рахунок використання рідкої вуглекислоти, а застосування височастотних коливань вимагає створення додаткового захисту обслуговуючого персоналу, оскільки вони шкідливі для здоров'я людини.

Мета та завдання статті – обґрунтувати та розробити новий спосіб сушіння листових овочів, який дозволяє прискорити процес сушіння, отримати сухі аналоги свіжої зелені з підвищеною біологічною активністю та стійкістю при зберіганні.

Викладання основного матеріалу дослідження. Поставлена задача розв'язується тим, що спосіб сушіння зелені петрушки, кропу, селери, кінзи містить інспекцію, мийку, подрібнення до величини часток 5 – 50 мм та сушку. Перед сушкою проводили замочування при кімнатній температурі на 1 – 5 хв. в емульсії, що розм'якшує, далі відділяли тверду фазу від розчину та сушили до стандартної вологості – не більше 14 %. В усіх випадках сушіння вели при температурі 60 °С і питомому навантаженні 4 кг/м³. Сушіння можливо вести і при інших технологічних режимах, але надто висока температура дає значне зменшення часу сушіння, але не дозволяє отримати якісну продукцію, яка б мала певні органолептичні властивості і зберігала біологічно активні речовини, наявні в сировині.

Для попередньої обробки листової зелені використовували емульсію фітоліпідів кількістю 0,05 – 0,1 %, а також 1 – 2 % хлориду натрію і 0,25 % аскорутину. Найкращий результат дає використання фітоліпідів зародків пшениці, зародків кукурудзи, обліпихи, які не тільки містять поверхнево-активні речовини (ПАР), що сприяють розчиненню певних речовин кутикули, а також надають додаткову біологічну цінність готовим продуктам, збільшують термін зберігання за рахунок антимікробної дії.

Листя рослин родини Селерових – *Apiaceae* (Зонтичних – *Umbelliferae*) є сировиною, що в процесі вологовіддачі завдяки незначній товщині легко може позбавлятися води. Затримання процесу вологовіддачі пояснюється наявністю гідрофобної кутикули – поверхневого шару, що утворює бар'єр, оскільки її біологічною функцією є регуляція водного обміну і накопичення води в клітинних структурах.

У способі, що пропонується, інтенсифікація процесу сушіння досягається завдяки використанню фітоліпідів, що утворює колоїдну систему, яка містить ацилпохідні (моно-, дигліцеридів) і є полярною. Завдяки наявності іоногенних компонентів здійснюється взаємодія з трьохшаровою кутикулою і досягається ефективно її “розрихлення” та позитивний вплив на механізм транспорту.

Емульсія, що утворюється під час розподілу фітоліпідів у водному розчині завдяки наявності аскорутину і хлориду натрію, є достатньо стійкою. Оскільки у розчині є діацил- і моноацилпохідні та наявні вільні гідроксильні групи, утворюються міцели, що являють собою систему, створювану ліпідними молекулами в об'ємній фазі розчинника (води). Причому, гідрофільна полярна частина міцели спрямо-

вана назовні – у сторону води, яка створює диполі, підвищуючи стійкість міцел, а неполярна частина утворює гідрофобне ядро, ізольоване від водного розчину, що підвищує стійкість агрегатів. Іоногенні компоненти системи за рахунок електростатичної взаємодії навколо зарядженої міцели утворюють додатковий шар, до якого притягуються аніони аскорбату аскорутину та хлорид-аніони, що в свою чергу притягують катіони натрію. Таким чином утворюється стійка структура, яка в зовнішньому шарі містить активні катіони, що вступають в реакцію з поверхневим шаром рослинної сировини, “розриваючи” і впливаючи на його напівпроникненість. При цьому завдяки сольобілізації в міцелах розчиняються водорозчинні, солерозчинні і ліпідорозчинні компоненти. Тривалість обробки залежить від товщини кутикулярного шару на листовій зелені і складає від 1 до 5 хв. У процесі сушіння міцели зневоднюються, змінюють структуру кутикулярного шару і розчиняються в ньому самі, що збільшує вологовіддачу при сушінні, прискорюючи цей процес.

Об'єктами дослідження були зразки зелені, які відрізнялися тривалістю замочування в емульсії та концентрацією її складових, а також контрольний зразок (без замочування). При дослідних сушках контролювали час, за який зразки досягали стандартної вологості – не більше 14 % (табл. 1) [5].

З наведених даних видно, що найбільш доцільною для всіх видів дослідної зелені є попередня обробка протягом 5 хв., в емульсії фітоліпідів зародків пшениці з масовою часткою олії 0,1 %, аскорутину – 0,25 % та хлориду натрію – 1 %, оскільки за менший термін часу досягається максимальне зневоднення.

Готову продукцію досліджували за комплексом показників, використовуючи загальноприйняті в харчовій промисловості методи дослідження. Усі результати порівнювали з контрольним зразком без замочування. Для доведення позитивного впливу способу сушіння, що пропонується, на біологічну цінність готового продукту досліджували кількість хлорофілу а, хлорофілу b, каротиноїдів, аскорбінової кислоти та поліфенолів. Результати наведено в табл. 2, 3 [5].

Таблиця 1 – Результати дослідження процесу сушіння зелені родини Селерових – *Ariaceae*

Зразки	Тривалість сушіння, хв.	Масова доля сухих речовин, %
Кріп		
Контроль (без попередньої обробки)	90	84
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	82	88
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	78	88
Селера		
Контроль (без попередньої обробки)	96	84
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	86	88
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	78	88
Петрушка		
Контроль (без попередньої обробки)	92	86
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	78	88
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	76	90
Кінза		
Контроль (без попередньої обробки)	96	86
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	80	86
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	76	90

Таблиця 2 – Результати біохімічних досліджень сушеної зелені кропу

Зразок	Вміст, мг/100 г абсолютно сухої речовини				
	хлорофіл а	хлорофіл b	каротиноїди	віта-мін С	поліфеноли
Контроль (без попередньої обробки)	200,5	99,5	89,0	167	167,4
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	220,5	110,0	99,0	185	220,0
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	205,5	100,4	95,0	180	208,5
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	223,5	115,4	99,5	187	220,5
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	230,0	118,5	100,0	192	223,5
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	210,5	104,0	95,0	185	213,0
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	200,0	100,0	96,4	181	210,4
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	215,5	100,5	96,5	185	218,4

Як видно з наведених результатів, раціональною є обробка емульсією, що містить 0,25 % аскорутину, 1 – 2 % хлориду натрію, 0,05 – 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці. Зниження масової частки речовин у розчині збільшує тривалість процесу сушіння від 30 до 45 %, при збільшенні терміну обробки знижується вміст біологічно активних речовин, але зменшує термін сушіння. Для отримання сушеної зелені, яка могла б використовуватися як функціональний інгредієнт при виробництві функціональних продуктів харчування, доцільною є попередня обробка в емульсії не більше 1 – 2 хв. Крім того, дослідні зразки сушеної зелені відрізнялися від контролю поліпшеними органолептичними властивостями – насиченим зеленим кольором, яскраво вираженим ароматом та смаком, тоді як контрольні зразки мали сіро-зелений колір та незначний аромат і смак.

Таблиця 3 – Результати біохімічних досліджень сушеної зелені петрушки

Зразок	Вміст, мг/100 г абсолютно сухої речовини				
	хлорофіл а	хлорофіл b	каротиноїди	віта-мін С	поліфеноли
Контроль (без попередньої обробки)	174,6	106,3	89,0	213	127,5
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	215,5	175,4	135,0	234	168,8
Замочування – 2 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	212,0	178,0	135,0	238	165,0
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	185,0	158,0	119,0	214	113,4
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	205,0	168,0	125,0	255	165,0
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,05 % фітоліпідів зародків пшениці	195,0	155,0	105,0	206	117,5
Замочування – 5 хв., 0,25 % аскорутину, 2 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	196,0	148,0	112,0	205	118,3
Замочування – 1 хв., 0,25 % аскорутину, 1 % NaCl, 0,1 % фітоліпідів зародків пшениці	220,5	178,0	139,0	241	173,0

Висновки. Доведено, що використання попередньої обробки подрібненого листя емульсією фітоліпідів у воді дозволяє досягти поставленої мети: прискорити процес сушіння, отримати сухі аналоги свіжої зелені, підвищити біологічну активність і стійкість при зберіганні. Крім того, виключається необхідність у спеціальному устаткуванні, витратах на енергоносії, додаванні консервантів, ароматизаторів тощо, що дозволяє отримати продукт з природними властивостями зі смаком і ароматом, властивими вихідній сировині [5].

Література

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти [Текст] / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачева. – Одеса: Друк, – 2003. – 333 с. – 500 пр. – ISBN 966-8099-83-4.
2. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти харчування: сучасний стан і перспективи розвитку [Текст] / Л. В. Капрельянц // Продукти та інгредієнти. – 2004. – № 1. – С. 22 – 24.
3. Осипова Л. А. Функціональні напої [Текст] / Л. А. Осипова, Л. В. Капрельянц, О. Г. Бурдо. – Одеса: Друк, – 2007. – 288 с. – 500 пр. – ISBN 978-966-2907-81-0.
4. Пат. 2018245 Російська Федерація, МПК 5А 23 L 3/52, А23L1/18, А23P1/14, А23P1/16. Спосіб сушки пищевих продуктів [Текст] / Г. Р. Наринянц, О. И. Квасенков, Г. И. Касьянов. – № 5043279/13; заявл. 25.05.92; опубл. 30.08.94, Бюл. № 23. – 5 с.
5. Пат. 34485 України на корисну модель, МПК (2006) А23N 12/00. Спосіб сушіння листових овочів родини Селерових – *Apiaceae* (Зонтичних – *Umbelliferae*) [Текст] / С. М. Кобелева, Л. В. Труфкаті, Л. Д. Зеленська; заявник та власник патенту Одеська національна академія харчових технологій. – № u 200803735; заявл. 24.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15. – 4 с.

УДК 664.85.014.037.5

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ І УМОВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ДИНАМІКУ ФЕНОЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЕСЕРТІВ

Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор, Паскал Ю.Г., аспірантка
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті показано вплив швидкості і умов заморожування на динаміку фенольного комплексу фруктово-ягідних десертів. При високих швидкостях заморожування показники кольору та сумарна кількість фенольних сполук у готовому продукті практично не змінюються.

The article shows the influence of speed and freezing terms on the dynamics phenols complex's fruit – berries desserts.. at the rapid freezing the indexes of color and general sum phenols complex's in the finished product does not change practically.

Ключеві слова: фруктовий десерт, заморожування, хімічний склад.

У сучасних умовах мегаполісу, через надмірну зайнятість населення, готова продукція тривалого зберігання, у т.ч. десертна, користується великим попитом. Асортимент страв, що пропонуються на десерт, є досить різноманітним і постійно оновлюється. До солодких страв відносять фрукти, муси, киселі, пудинги, креми, желе, морозиво та інші види десертів [1]. Однак, більшість з цих продуктів є висококалорійними, містять речовини, які є небажаними для споживання особами, що мають певні захворювання.

Велику кількість солодких страв готують із фруктів та ягід, які є основним джерелом вітамінів, у тому числі антиоксидантного ряду – С, Е, β-каротину, мінеральних речовин та харчових волокон. Відносно невелика вартість фруктово-ягідної сировини у сезон дозрівання співпадає із максимальним вмістом у ній біологічно активних речовин, що робить доцільним промислово переробку плодів у готову страву тривалого зберігання.

Одним із найкращих способів тривалого зберігання продуктів переробки рослинної сировини є швидке заморожування, яке дозволяє споживати високоякісні продукти протягом року [2]. Фактором, що стримує широке впровадження у виробництво десертів низькотемпературного консервування, є відокремлення вільної вологи під час зберігання та підготовки до споживання. Як наслідок, головною проблемою у створенні десертів на основі яблучного і ягідного пюре є значні структурно-механічні зміни і перерозподіл вологи у процесі фазового переходу води в лід, що зумовлює своєрідне зневоднення тканин

продукту і незворотність цих перетворень при розморожуванні [3]. Отже, найбільші структурні зміни викликає міграція води при льодоутворенні і вивільнення зв'язаної води з кристалогідратів, що спонукає зміни фізичних, біохімічних, органолептичних і харчових властивостей заморожених продуктів. Відділення внутрішньоклітинної і позаклітинної води у розморожених продуктах залежить від хімічного складу сировини, умов технологічної переробки та заморожування напівфабрикату [4]. Наслідком наведених вище перетворень є витікання соку, непривабливий зовнішній вигляд, порушення форми продукту, що матиме негативний вплив на конкурентноспроможність десерту. Запобігти небажаного перерозподілу води у системі можна шляхом уведення в рецептуру десертів певних речовин – стабілізаторів консистенції [5].

Десертна продукція низькотемпературного консервування, при умові стабільного зв'язування води комплексом гідроколоїдів, матиме не лише привабливу консистенцію і високі інші органолептичні показники, але і значний вміст біологічно активних компонентів, серед яких особливе значення приділяється фенольним сполукам.

Фенольні речовини беруть активну участь в багатьох біохімічних процесах, що протікають в рослинних і тваринних організмах. Чисельними науковими дослідженнями було показано [6], що флавоноїди і гідроксикоричні кислоти володіють антимуtagenними і антиканцерогенними властивостями. Вони виявляють інгібуючу дію на всі стадії розвитку раку. Катехіни припиняють подальший розвиток злоякісних пухлин. Фенольні речовини є природними синергістами L-аскорбінової кислоти, підвищують міцність капілярів, зменшують їх проникність, послаблюють дію щитовидної залози при її гіперфункції.

Фрукти і ягоди є основним джерелом фенольних речовин, якісний і кількісний склад яких може коливатись у широких межах, що обумовлює забарвлення і інші властивості фруктів, ягід і продуктів їх переробки. Ці сполуки є нестійкими і можуть бути втрачені у процесі технологічної переробки. Задачею вчених і виробників є розробка такої технологічної послідовності процесів і їх режимів, які б забезпечили максимальне збереження фізіологічно функціональних компонентів вихідної сировини та збереження інтенсивного природного забарвлення ягід. Нетиповий колір готових продуктів є показником, який свідчить про зниження якості продукту і втрати біологічно активних речовин за рахунок окисних перетворень ферментативного і не ферментативного характеру.

Багатосторонність дії фенольних речовин обумовлена різноманітними варіаціями структури різних груп цих сполук. З численних природних фенольних з'єднань найбільш поширеними у плодах є біофлавоноїди. Молекули флавоноїдів містять два бензольних ядра і одне гетероциклічне піранове кільце. Виходячи із ступеня окиснення (або відновлення) гетероциклічного фрагменту, флавоноїди поділяють на шість основних підгруп: катехіни, лейкоантоціани, флаванони, антоціани, флавони і флавоноли [6].

Кількість цих речовин у фруктах і ягодах залежить від сорту, метеорологічних умов вирощування і ступеня стиглості плодів. По мірі росту плодів масова частка фенольних сполук у них збільшується. В залежності від переважного вмісту тих чи інших фенольних сполук, фрукти і ягоди характеризуються різнокольоровим забарвленням і можуть при комбінуванні рецептури доповнювати або поліпшувати палітру десерту.

Нами обрані яблука у якості основи десерту, бо ці фрукти є найбільш розповсюдженими в Україні і широко використовуються для промислової переробки. Вони містять багато поживних речовин, володіють дієтичними властивостями. В залежності від сорту та умов вирощування, у свіжих плодах визначають до 16 % цукрів та до 1,5 % різних кислот, мінеральні солі, вітаміни. В яблуках знайдено більше 20 видів фенольних з'єднань, переважно: лейкоантоціани; оксикоричні кислоти, а у шкірці плодів виявлені флавонол-глікозиди та антоціани. Вміст флавоноїдних глікозидів в різних сортах яблук коливається в межах 1,3...21,6 мг на 100 г, в середньому 12 мг на 100 г (за кверцитином). В червоних сортах яблук масова частка антоціанів складає від 3,5 до 18,6 мг на 1 г сухої шкірочки, що практично не впливає на забарвлення яблучного пюре. Надати яскравих тонів продукту можна шляхом уведення до рецептури журавлини або полуниці.

Ягоди полуниці переважно містять лейкоантоціани, а антоціани починають з'являтися лише після повного формування ягоди, по закінченні її росту. При цьому максимальна їх кількість припадає на стадію споживчої стиглості плодів. Різні сорти полуниці відрізняються за рівнем накопичення антоціанів, який залежить також і від умов вирощування. Найбільш забарвлені ягоди полуниці північних регіонів.

Основна частина ягід журавлини, як і всіх соковитих плодів, більш як на 90 % складається з води. Проте сік, м'якоть, насіння й шкірка містять багато цінних харчових і фізіологічно функціональних сполук. Зважаючи на високий вміст у журавлині біологічно активних речовин, органічних кислот, а також комплексу мікроелементів (кальцій, фосфор, магній, сірка, натрій, марганець, залізо, мідь, йод, калій тощо), цю ягоду здавна широко використовують як найцінніший лікувально-профілактичний засіб. Її застосовують для зміцнення капілярів, лікування запальних процесів, виведення радіонуклідів з організму. Журавлину справедливо вважають ефективним ранозагоювальним та бактерицидним засобом.

Лейкоантоціани, що містяться в журавлині, виявляють протипухлинну дію, а катехіни посилюють ефект рентгеноопромінення під час лікування злоякісних пухлин і підвищують опірність організму до дії рентгенівських променів. Кверцетин та рутин здатні гальмувати розвиток злоякісного процесу. Встановлено, що урсолова і олеанолова кислоти цієї ягоди розширюють венозні судини серця, живлять серцеві м'язи. У шкірці журавлини міститься до 10 % урсолової кислоти.

Багата журавлина й на тритерпеноїди - речовини структурно й генетично близькі до фізіологічно важливих для людини гормонів. У цій ягоді виявлено й близько 20 потрібних організму амінокислот, які вважаються будівельним матеріалом для клітин і тканин. Є в ній і пектинові речовини, завдяки яким ягоди можна використовувати у лікуванні шлункових захворювань і як детоксикаційний засіб для виведення з організму людини радіоактивних елементів і солей важких металів.

Хімічний склад основних компонентів десерту наведений у таблиці 1.

Під час переробки фруктів та ягід в готові до споживання продукти вже на перших стадіях виробничого циклу має місце зміна показників якості, що пов'язано зі зміною фенольних з'єднань. Ступінь цих перетворень залежить від інтенсивності окисних процесів у сировині при її подрібненні і інактивації ферментативних процесів. Швидкість протікання як ферментативних, так і не ферментативних окисних перетворень залежить від різних факторів, визначається енергією активації, яка функціонально зв'язана з температурною обробкою сировини.

Перехід до низьких позитивних температур характеризується відносно високою стабільністю компонентів. Діапазон негативних температур, які застосовують в харчових технологіях, супроводжується фазовим переходом води в твердий стан, негативним каталітичним впливом кристалів льоду при досягненні криоскопічних температур, зміною структури, дифузією вологи і, як наслідок, зміною водного градієнту, збільшенням електролітичного і іонного висалювання, осмотичного шоку і інших негативних явищ. Подальше зниження температури практично не посилює ступінь цих негативних явищ, а стабільність компонентів сировини значно збільшується.

Таблиця 1 – Хімічний склад основних компонентів десерту

Найменування показників	Компоненти десерту		
	яблука	журавлина	полуниця
Вода, г/100г	86,5	89,5	84,5
Білки, г/100г	0,4	0,5	0,8
Вуглеводи, г/100г:			
Загальні	11,3	6,3	6,7
Моно- та дисахариди	9,0	3,8	6,2
Крохмаль	0,8	-	0,1
Клітковина, г/100г	0,6	2,0	4,0
Органічні кислоти (в перерахунку на яблучну кислоту), г/100г	0,7	3,1	1,2
Зола, г/100г	0,5	0,3	0,4
Мінеральні речовини, мг/100г:			
Натрій	26	12	18
Калій	278	119	161
Кальцій	16	14	40
Магній	9	8	18
Фосфор	11	11	23
Залізо	2,2	0,6	1,2
Фенольні речовини, мг на 100 г	280	420	240
у т.ч. антоціани, мг/100 г	6,7	32,9	18,6
Вітаміни, мг/100г:			
β-каротин	0,03	сл	0,03
В1	0,03	0,02	0,03
В2	0,03	0,02	0,05
РР	0,3	0,15	0,3
С	16	15	60
Енергетична цінність, ккал/ кДж	38/158,6	26/108,4	33/137,6

Через каталітичну дію льоду при температурах близько мінус 5 °С, швидкість заморожування є одним із вагомих факторів, що зумовлюють масову частку і ступінь перетворень фенольних сполук у продукті. Тому нами було досліджено вплив умов заморожування десерту з яблук і ягід на зміну у ньому масової частки фенольних сполук і забарвлення, яке було обумовлене вмістом і стабільністю антоціанів у десерті. Умови заморожування фруктово-ягідного десерту і масова частка фенольних сполук у десертах, виготовлених за цих умов, наведені у таблиці 2. Масову частку фенольних сполук визначали за методом Фоліна Деніса, а спектри водно-спиртових витяжок на КФК.

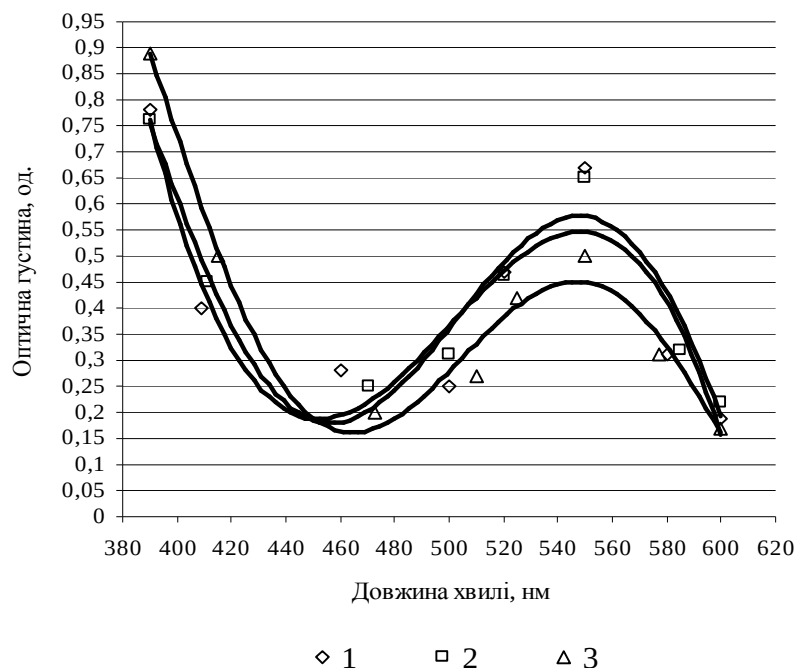
Таблиця 2 – Вплив умов заморожування фруктово-ягідного десерту на зміну фенольного комплексу

Продукт	№ зразка	Температура охолоджуючого середовища, °С	Температура продукту середньо-кінцева, °С	Висота шару продукту, м	Коефіцієнт тепловіддачі, α , Вт/(м ² ·К)	Швидкість заморожування, м/год	Масова частка фенольних сполук, мг/100 г
Десерт фруктово-ягідний	1	-25	-18	0,025	14	0,04	286
	2	-25	-18	0,040	14	0,02	259
	3	-35	-18	0,025	14	0,12	314
	4	-35	-18	0,040	14	0,10	306

Підвищення швидкості заморожування десертів досягається шляхом зниження температури охолоджуючого середовища, зменшення товщини шару фасованого продукту, підвищення коефіцієнта тепловіддачі.

Заморожування фруктово-ягідного десерту, з початковим вмістом фенольних сполук 322 мг на 100 г продукту, при швидкостях (0,1...0,12) м/год, призводить до втрат цих речовин у діапазоні (4,4...1,9) %. При швидкості заморожування (0,02...0,04) м/год ці втрати складають (19,4...11,2) %.

Холодильне консервування десертів на основі фруктової та ягідної сировини дозволяє краще зберегти колір готового продукту. На рис. 1 наведені спектральні характеристики водно-спиртових витяжок зразків фруктово-ягідного десерту, заморожених при різних швидкостях процесу.



1 – контроль; 2 – швидкість заморожування 0,12 м/с; 3 – швидкість заморожування 0,02 м/с

Рис. 1 – Спектральні криві водно-спиртових витяжок фруктово-ягідних десертів

Величина екстракції для зразків десерту, заморожених при швидкості 0,12 м/год, на характеристичній для антоціанів довжині хвилі (500...520 нм) вища на 55 %, ніж для зразків десерту, заморожених при швидкості 0,02 м/год, а утворення темнозабарвлених з'єднань (380...400 нм) під час швидкого заморожування менше, ніж в контрольному зразку.

Таким чином, показано, що фенольний комплекс фруктово-ягідних десертів при їх заморожуванні може бути стабілізований шляхом підвищення швидкості льодоутворення при створенні певних умов у скороморозильних апаратах типу Gyro Freeze. Органолептична оцінка таких продуктів є високою і корелює з мінімальними змінами кольору продукту у процесі заморожування.

Література

1. Шумило Г.І. Технологія приготування їжі: Навч. посіб. – К.: «Кондор». – 2008. – 506 с.
2. Замораживание пищевых продуктов. Я. Постольски, З. Груда. Пер. с польск. Ю.Ф. Заяса, И.Е. Фельдман. – Москва, «Пищевая промышленность», 1978. – 607 с.
3. Холодильная техника и технология: Учебник/Под ред. А.В. Руцкого. – М.: ИНФРА – М, 2000. – 268 с.
4. Вода в дисперсных системах / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, Ф.Д. Овчаренко и др. – М.: Химия, 1989. – 288 с.
5. Тележенко Л.М., Паскал Ю.Г. Застосування гідроколоїдів у багатокомпонентних сумішах для їх заморожування / Сучасні наукові досягнення – 2008: Збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції. – В 3-х т. – Т.111 – Миколаїв: НУК, 2008. – 300 с.
6. Тележенко Л.Н., Безусов А.Т. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке. – Одеса: Издательство «Optimum», 2004. – 268 с.

УДК 664. 29. 094. 941

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОДЕРЖАННЯ ДРАГЛЕПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Білоусова І.О., аспірант, Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій

Досліджена дія пектинметилестераз рослинного походження. Встановлена оптимальна ступінь етерифікації для яблучного пектину, при якій утворюється міцний гель під дією ферментів рослинного походження. Розроблено спосіб одержання драглеподібних продуктів без додавання структуроутворювачів на основі дії пектинметилестераз рослинного походження.

There has been studied the effect of pectinmethylesterases of plants. Where has been established the optimal degree of etherification for apple pectin for the formation of dense gel. The phytogenous form the dense gel. The technology of producing gel-like products has been developed. The tech doesn't empty adding any structure forming substances the phytogenous pectinmethylesterases.

Ключові слова: пектинові речовини, деетерифікація, гідроліз, ферменти, осадження.

Виробництво структурованих фруктовоовочевих продуктів відкриває широкі перспективи у створенні нових продуктів, які користуються попитом у населення. Дослідження природи структуроутворення дають можливість спростити технологію одержання драглеподібних продуктів, яка пов'язана з наявністю полісахаридів рослинного походження [1].

Здатність деяких полісахаридів до гелеутворення залежить від їх природи, хімічної структури, механізмів гелеутворення. З молекулярної точки зору гелеутворення – це асоціація макромолекул з формуванням трьохмірної сітки, яка утримує рідку фазу та спричиняє опір фізичним навантаженням. Утворення такої сітки передбачає визначену структурну організацію макромолекул при участі «зон асоціації молекул» полісахариду [2].

У харчовій галузі найбільш використовуючим полісахаридним структуроутворювачем є пектин (яблучний чи цитрусовий), який має велику молекулярну масу (19500-50000) та ступінь етерифікації 70-82 %. Ці пектинові речовини утворюють гелі тільки у визначених умовах (концентрація цукру 60-65 %, рН 2,8-3,2). В основному пектин вноситься в продукт як порошок або пектиновий концентрат зі стабільними властивостями та потребує спеціального оснащення для утворення гомогенної маси, яка в свою чергу утворює якісні драглі. Іноді з цією ж метою використовують низькомоетоксильовані пектинові речовини, які отримують кислотним, лужним та ферментативним методами. Драглеутворення низькомоетоксильованих пектинів, на відміну від пектинових речовин зі ступенем етерифікації 70-82 % має ряд переваг: не залежить від рН і вмісту сухих речовин. Структуроутворення в їх присутності відбувається за рахунок дії між собою вільних карбоксильних груп, які зв'язані іонами Ca^{2+} у міцний каркас. Але одер-

жання якісних низькометоксильованих пектинів пов'язане з деякими труднощами: обмеженням сировини, що містять природний пектин із ступенем етерифікації нижче 50 %; потрібні неенергоємні технології для його одержання. Такі драглі називають іонозв'язаними. При кислотному та лужному методах деетерифікації пектинових речовин гідроліз складноєфірних зв'язків проходить неупорядковано, а гелі з них мають жорстку та крихку структуру [3].

Одним із перспективних способів отримання низькометоксильованих пектинових речовин є ферментативний метод з використанням ферменту пектиметилестерази (ПМЕ). Промислові препарати пектиметилестераз мікробного походження завжди мають у своєму складі полігалактуроназу, яка знижує молекулярну масу пектинових речовин, що призводить до втрати здатності до гелеутворення. Рослинна сировина містить високоактивну пектиметилестеразу, а полігалактуроназна активність в них не проявляється.

Встановлено активність пектиметилестераз, одержаних з різної рослинної сировини. Найбільшою пектиметилестеразною і найменшою полігалактуроназною активністю володіють томати, молода морква, картопля, сік з люцерни.

Метою роботи стало дослідження умов дії пектиметилестераз рослинного походження для одержання фруктовоовочевих напівфабрикатів здатних до драглеутворення без внесення додатково структуроутворюючих матеріалів.

Встановлено, що при однакових умовах драглеутворення, швидкість утворення драглів відрізняється для пектиметилестераз, вилучених із різної рослинної сировини (табл. 1).

Таблиця 1 – Активність пектиметилестераз різної рослинної сировини

Рослинна сировина	Частина рослини	Термін драглеутворення, год. та хв	Ступінь етерифікації пектину до процесу деетерифікації, %	Ступінь етерифікації пектину після процесу деетерифікації, %
Томати	Зелені томати	1 год.	72	33
Морква	Дозріле коріння	2 год.	72	37
	Молоде коріння	15 хв	72	37
Картопля	Дозрілі плоди	30 хв	72	33
Люцерна	Листя	15 хв	72	47

Різна швидкість утворення драглів пов'язана з різною активністю пектиметилестераз сировини (рис.1). В соці зелених томатів вона становить 11, в картоплі – 18, а в листах люцерни – 25 відносних одиниць. Встановлено, що процес драглеутворення здійснювався при досягненні ступеня етерифікації яблучного пектину для томатної та картопляної пектиметилестерази – 33 %. Драглеутворення з пектиметилестеразою люцерни настає при ступені етерифікації яблучного пектину – 47 % (рис. 2). Це вказує на різну схему відщеплення метоксильних груп в яблучному пектині.

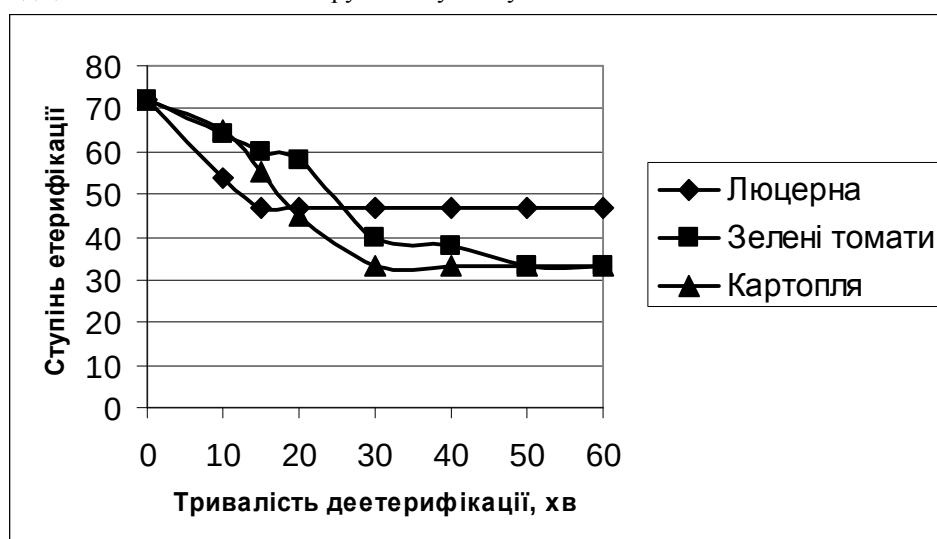


Рис. 1 – Вплив часу ферментативної деетерифікації на зміну ступеня етерифікації яблучного пектину

Структура гелю, отриманого з використанням низькометоксильованих пектинових речовин в присутності іонів Ca^{2+} , залежить від зон зв'язування іонів Ca^{2+} з вільними карбоксильними групами макромолекул пектину. Ступінь зв'язування пектинових речовин, отриманих з використанням різних пектинметилестераз, іонами Ca^{2+} наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Ступінь зв'язування пектинових речовин іонами Ca^{2+}

Деетерифіковані пектинові речовини	Ступінь етерифікації, %	Зв'язування пектинових речовин іонами Ca^{2+} , %
Високоетерифікований яблучний пектин	72	–
Деетерифікація: Лужна	40	62-68
ПМЕ з томатів	33	86-90
ПМЕ з картоплі	33	82-88
ПМЕ з люцерни	47	72-80

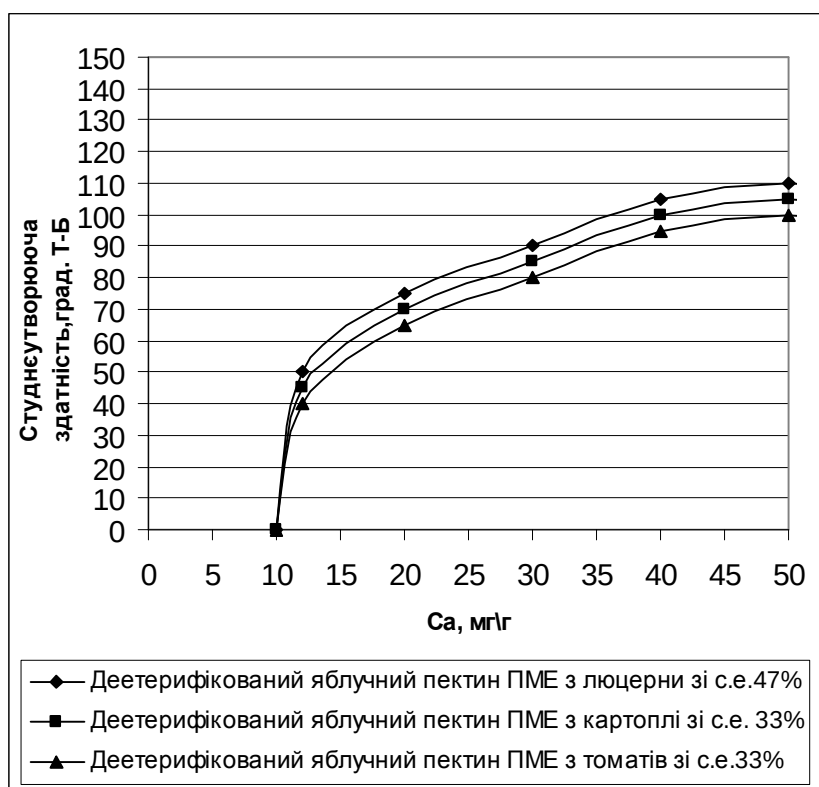


Рис. 2 – Желююча здатність деетерифікованого яблучного пектину рослинного походження в присутності іонів кальцію

Встановлені умови дії пектинметилестераз рослинного походження, які були використані для розробки технології структурованих фруктовоовочевих продуктів, в тому числі драгледоподібної структури.

Висновки

1. Різна швидкість утворення драглів пов'язана з різною активністю пектинметилестераз різної рослинної сировини.
2. Процес драглетування здійснюється при досягненні певного ступеня етерифікації яблучного пектину.

3. Структура гелю, отриманого з використанням низькометоксильованих пектинових речовин в присутності іонів Ca^{2+} , залежить від зон зв'язування іонів Ca^{2+} з вільними карбоксильними групами макромолекул пектину.

Література

1. Олехнович А.А., Ощенко А.П., Лоскутова И.М. Изучение формирования гелевой структуры в системах вода-полисахарид //Вестник РАСХН. 2000. №3. – 62с.
2. Палков С.П. Студнеобразное состояние полимеров. – М.: Химия, 1974. – 184с.
3. Пектин. Производство и применение / Н. С. Карпович, Л. В. Донченко, В. В. Мелина и др. – К.: Урожай, 1989. – 88с.

УДК 664.644.022.392

ДОБАВКИ З ЛАМІНАРІЇ, ЗБАГАЧЕНІ КАЛЬЦІЄМ В ТЕХНОЛОГІЯХ ДРАГЛЕПОДІБНИХ СТРАВ

Калугіна І.М., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій

На підставі експериментальних досліджень була розроблена технологія приготування рибного желе з добавкою з ламінарії, збагаченої кальцієм. Встановлено, що при дотриманні режимів технологічного процесу розроблена страва набуває підвищеної харчової цінності, має оптимальні структурно-механічні та фізико-хімічні показники, привабливий зовнішній вигляд, смак та аромат.

On the basis of experimental researches was developed technology of preparation of fish jelly with addition from laminarii, enriched a calcium. It is set that at the observance of the modes of technological process the developed food acquires the promoted food value, has optimum structurally mechanical and physical and chemical indexes, attractive original appearance, taste and aroma.

Ключеві слова: ламінарія, альгінат кальцію, драглеподібні страви, реологічні властивості, гранична напруга зсуву.

На сьогодні водорості у всьому світі привертають все більшу увагу дослідників найрізноманітніших профілів. Водорості споконвіку використовувалися для отримання йоду і солі. Бурі морські водорості вже декілька століть використовуються в їжу народами, що проживають в приморських регіонах, що завжди призводить до значного зниження різних захворювань. Статистикою встановлено, що люди, які населяють узбережжя морів, живуть значно довше ніж жителі центральних районів, бо споживають морепродукти, зокрема водорості [1]. Сьогодні морська капуста використовується як засіб, що загально вживається і є важливим для профілактики і лікування атеросклерозу, ендемічного зобу, гіпертиреозу, базедової хвороби, при хронічних і гострих ентероколітах, тощо.

Основні хімічні компоненти бурих водоростей — це органічні речовини: альгінова кислота, маніт, вільні і зв'язані амінокислоти, ліпіди, а також мінеральні елементи. Розчинні солі альгінової кислоти нешкідливі для організму, їх 1%-в водні розчини нейтральні, володіють антимікробними і іншими фармакологічними властивостями, утримують основну облігатну мікрофлору кишечника, що пригнічують діяльність факультативних бактерій. Альгінова кислота нерозчинна у воді та в більшості органічних розчинників, одна частина альгінової кислоти адсорбує 300 вагових частин води, що обґрунтовує її застосування як загусника. Альгінати калію і натрію у воді утворюють колоїдні розчини, на відміну від нерозчинної альгінової кислоти [2]. Альгінова кислота і альгінати широко застосовуються як в медицині, так і в харчовій промисловості як харчові добавки (загусники), вона виводить з організму людини важкі метали і радіонукліди. Багато цілющих властивостей морської капусти пояснюються саме альгіновою кислотою [3].

Відомо, що такий важливий для організму людини мінеральний елемент як елементарний кальцій не засвоюється організмом людини. Він засвоюється лише в комплексі з вітаміном D та у вигляді солей — цитрату або альгінату кальцію. Саме в ламінарії міститься альгінова кислота, яка здатна утворювати солі, зокрема альгінат кальцію.

Була досліджена можливість отримання добавки з ламінарії, збагаченої альгінатом кальцію, для подальшого використання в технологіях громадського харчування як йодо- та кальцієвмісної добавки. Функціональна схема технології виробництва добавки з ламінарії, збагаченої кальцієм, представлена на рис. 1.

Звісно, використання в їжу морських водоростей є найефективнішим методом профілактики йодного дефіциту, проте головною проблемою широкого використання водоростей є те, що їхній смак та запах не подобаються багатьом людям. Тому доцільно вводити бурі водорості до страв, схожих за смаком. В такому випадку корисні елементи краще засвоюються, а смак страви стає більш прийнятним. Таким чином, в якості об'єкту досліджень була обрана страва «Желе рибне». Були приготовлені страви за стандартною рецептурою (контроль) — желе, а також страви, в рецептурах яких желатин повністю замінили добавкою з ламінарії, збагаченої кальцієм.

Досліджено вплив вмісту добавки з ламінарії на різні показники драгелеподібних страв, в тому числі на змінення щільності желе. Як видно з рис. 2, щільність досліджуваних зразків з добавкою ламінарії незначно менша, ніж щільність контрольного зразка, та коливається в невеликому інтервалі. Зі збільшенням кількості введеної добавки щільність зразків зростає. Проте можна зробити попередній висновок, що вміст добавки з ламінарії впливатиме на реологічні властивості желе, оскільки щільність пов'язана зі структурною міцністю желе.

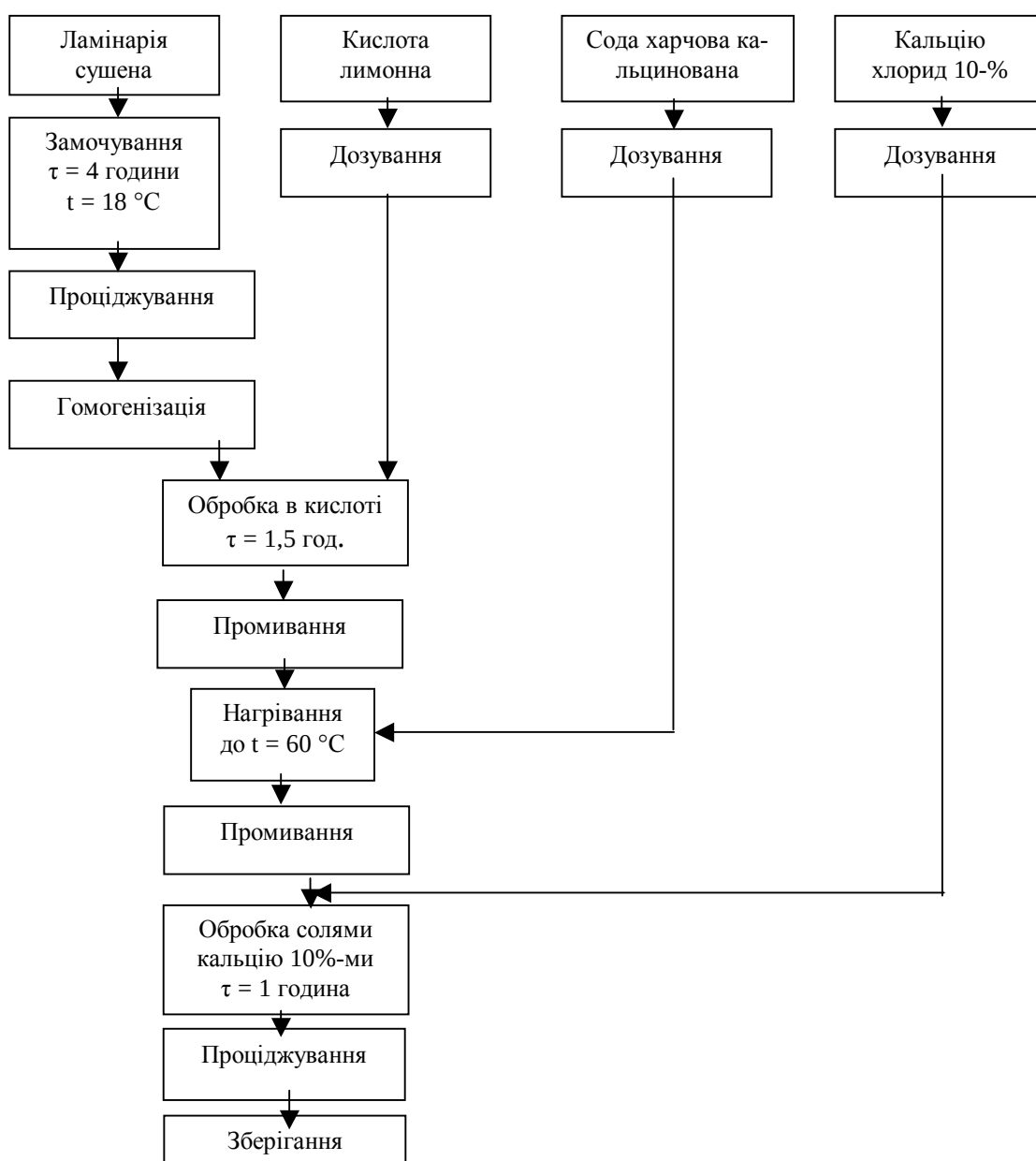


Рис. 1 – Функціональна схема виробництва добавки з ламінарії, збагаченої кальцієм

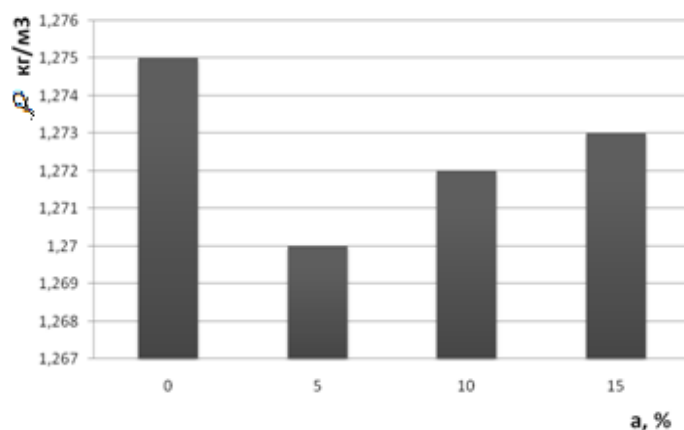


Рис. 2 – Залежність щільності желе (ρ , кг/м^3) від вмісту добавки (a , %)

Особливе значення для розробки технології драгледоподібних страв має вивчення впливу добавки на зсувні властивості готових страв. Залежність значень граничної напруги зсуву желе від вмісту добавки зображена на рис. 3.

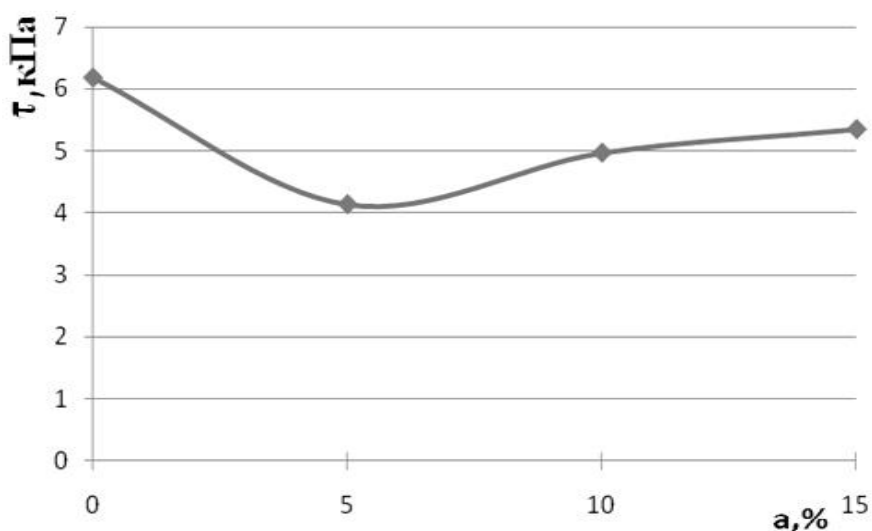


Рис. 3 – Залежність граничної напруги зсуву желе (τ , кПа) від вмісту добавки (a , %)

Аналізуючи отримані дані, бачимо, що зі збільшенням вмісту кальцієвмісної добавки зсувні характеристики страв змінюються. Оскільки міцний структуроутворювач желатин повністю виключили з рецептури та замінили добавкою з водоростей, значення граничної напруги зсуву зразків з вмістом добавки в желе в кількості 5 % зменшилися, але при збільшенні вмісту добавки в желе значення граничної напруги зсуву зразків почали зростати. Найбільш близьким значенням граничної напруги зсуву до показника контрольного зразка володіє зразок з 15 % вмістом добавки.

Проведені дослідження плинності рибного желе з добавками ламінарії за емпіричним методом вимірювання реологічних властивостей продукту, він також відомий, як метод вимірювання за допомогою консистометру Боствіка. Результати досліджень плинності рибного желе представлені на рис. 4.

Як бачимо з графіку, зі збільшенням вмісту в желе добавки з ламінарії, збагаченої кальцієм, зменшується його плинність та час застигання. Це вказує на добрі структуроутворюючі властивості добавки, що буде корисним для розробки технології приготування желе.

Проаналізувавши отримані результати органолептичних, фізико-хімічних та реологічних досліджень, було зроблено висновки щодо можливості використання добавки з ламінарії, збагаченої кальцієм для застосування в технологіях виробництва драгледоподібних страв.

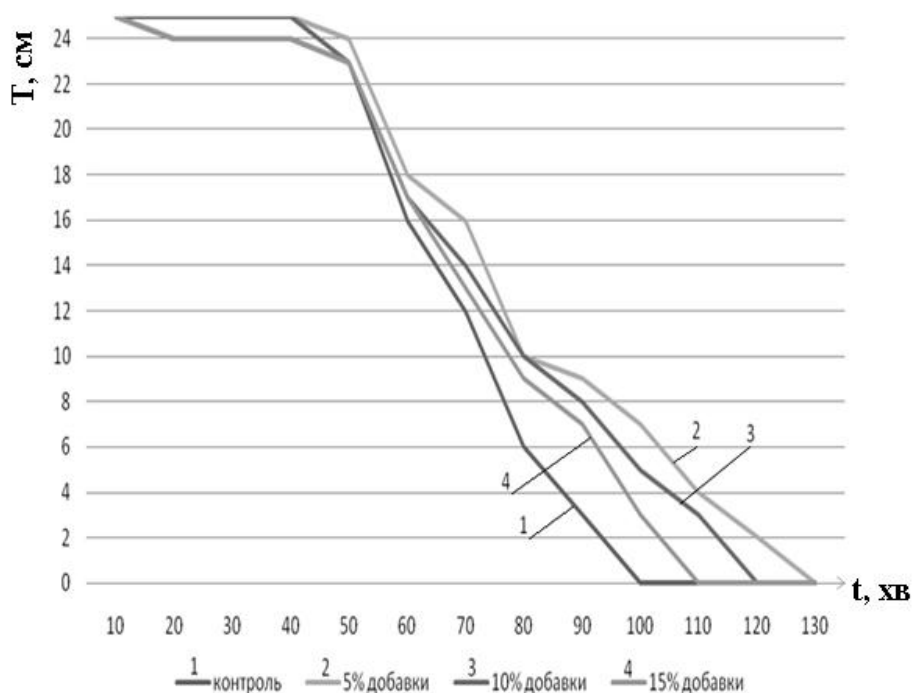


Рис. 4 – Залежність плинності желе (Т, см) від вмісту добавки ламінарії (а, %)

На підставі досліджень була розроблена технологія приготування рибного желе з добавкою з ламінарії, збагаченої кальцієм. При дотриманні режимів технологічного процесу та технології виробництва розроблена страва набуває підвищеної харчової цінності, має оптимальні структурно-механічні та фізико-хімічні показники, привабливий зовнішній вигляд, смак та аромат. Встановлено, що розроблена страва порцією 150 г задовольняє добову потребу дорослої людини в йоді на 75 %. Розроблена страва з кальцієвмісною добавкою з ламінарії може бути рекомендована для вживання людям з йодною недостатністю, захворюваннями щитовидної залози, хворим на атеросклероз в якості додаткового лікувально-профілактичного продукту харчування, а також здоровим людям для загального зміцнення імунної системи та збагачення організму поживними речовинами. Підсумком роботи стала розробка патенту на композицію інгредієнтів для драгелеподібної страви з добавкою з ламінарії, збагаченої кальцієм.

Література

1. Озерова В.М. Водоросли: здоровье из морских глубин. – СПб.: ИГ «ВЕСЬ», 2005.
2. Баранов А.А., Щеплягина Л.А. Медико-социальные аспекты проблемы йододефицитных состояний. – М., 1999. – 204 с.
3. Герасимов Г.А., Фадеев В.В. Йододефицитные заболевания в России. – М.: Адамант, 2002. – 168 с.
4. Ковтун И.В. Влияние йода минерального и содержащегося в растительных пищевых продуктах на щитовидную железу. – М.: Медицина, 1974.

УДК 632.937:591.52

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗООФАГІВ У ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ

Мороз М.С., канд. біол. наук, доцент, Омельченко О.І., аспірантка
Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Наведено результати досліджень сумісної дії зоофагів проти *Tetranychus urticae* Koch. Установлено, що ефективність використання *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. та *Macrolophus nubilis* H.S. сприяє збереженню механізмів саморегуляції екосистеми в умовах закритого ґрунту.*

Combined zoophag action research results against Tetranychus urticae Koch. are given. It is determined that effective usage of Phytoseiulus persimilis Ath.-H. and Macrolophus nubilis H.S. insure conservation of ecosystem self regulation mechanisms in close soil conditions.

Ключові слова: закритий ґрунт, екологічна безпека, біологічний захист, звичайний павутинний кліщ, макролофус, фітосейулюс.

Овочівництво закритого ґрунту забезпечує населення овочевою продукцією майже круглий рік та дозволяє отримати найбільший врожай з одиниці площі [3, 5, 8].

Встановлено, що одним із факторів зменшення кількості та якості овочевої продукції в закритому ґрунті є пошкодження її шкідниками. Всього на культурах закритого ґрунту поширено близько 200 шкідливих організмів, які здатні наносити суттєвої шкоди, що нерідко призводить до великих втрат врожаю. Основними шкідниками овочевих рослин є павутинні кліщі, трипси, білокрила та попелиці [3].

В умовах інтеграції України в СОТ екологічна безпека овочевої продукції закритого ґрунту є актуальною. Жорсткі правила щодо виду та якості українських продуктів у більшості випадків обмежують її ввіз до країн Євросоюзу [4, 8].

Аналіз літературних джерел свідчить, що звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) – є небезпечним шкідливим організмом під час вирощування огірків та помідорів у теплицях [1]. Його шкідливість полягає в тому, що з верхньої сторони з'являються добре помітні світлі плями. За інтенсивного розмноження і живлення кліщів листя набуває світло-мрамурового забарвлення. Пошкоджене листя жовтіє, засихає та обпадає. Зниження асиміляційної поверхні призводить до порушення обміну речовин, деформації плодів та зниженню врожаю на (35-40) % і навіть до загибелі рослин [1, 2, 6].

Відомо, що в системі захисту рослин від звичайного павутинного кліща більшість робіт присвячено розробці хімічних заходів щодо обмеження його шкідливості. Застосування пестицидів забезпечує швидку дію, що не пов'язана із біологією шкідника. Але, водночас, використання акарицидів порушує екосистему закритого ґрунту, механізми її саморегуляції та призводить до появи резистентних і токсикогенних форм [3, 8]. Саме це й спонукало науковців та практиків приділяти більше уваги вирощуванню та впровадженню зоофагів як біологічних агентів проти *Tetranychus urticae* Koch. [2].

Мета та завдання досліджень – визначення оптимальних норм випуску зоофагів павутинного кліща для біологічного захисту огірків та помідорів в умовах закритого ґрунту.

Матеріал та методика досліджень. Вивчення оптимальних норм випуску хижаків під час пошкодження рослин звичайним павутинним кліщем проводили на базі агрокомбінату «Пуца Водиця» та в біолабораторії НУБіП України. Досліди проводили на розсаді помідорів та огірків, що попередньо були заселені *Tetranychus urticae* Koch. Рослини з мінімальним пошкодженням звичайним павутинним кліщем розміщали в ентомологічні садки, на які проводили випуск зоофагів у таких варіантах:

1. Заселення фітосейулюсом у співвідношенні від 1:5 до 1:20.
2. Випуск макролофуса в кількості 10 особин на рослину.
3. Фітосейулюс (20-30 особин на рослину) + макролофус (10 особин на рослину).

Оцінку результатів досліджень проводили за п'ятибальною шкалою, розробленою В.П. Поспеловим [7]. Візуальне обстеження пошкоджень рослин павутинним кліщем проводили щоденно.

Досліди проводили за середньодобовою температурою – (24-27) °С, відносної вологості повітря – (60-75) % та фотоперіодом – 16 годин.

Математичну обробку даних здійснювали за прийнятими методиками засобами MS Excel.

Результати досліджень. На рис. 1 представлена динаміка обмеження пошкодження рослин помідорів звичайним павутинним кліщем під впливом зоофагів. Встановлено, що під час застосування фітосейулюса у співвідношенні хижак жертва 1:5 та 1:10 між середніми показниками пошкодження *Tetranychus urticae* Koch. немає статистично значущої різниці ($t_{\text{ст.}}=0,45 < t_{\text{кр.}}=2,14$), тобто середні двох вибірок не відрізняються. Під час використання *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. у співвідношенні 1:5 пошкодження рослин фітофагом на 21-28 добу сягало 2,5 бали, а на 49-у добу знизилося до 0,9. По аналогії спостерігали динаміку пошкоджень і за співвідношенням 1:10.

Ефективність сумісного використання фітосейулюса і макролофуса, а також макролофуса на кінець спостереження виявилась однаковою. Менший бал пошкодження спостерігається за сумісного застосування *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. та *Macrolophus nubilis* H.S., але між їх середніми показниками не існує статистично значущої різниці.

Якщо порівнювати випуски фітосейулюса із сумісним застосуванням *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. та *Macrolophus nubilis* H.S., то статистично значущої різниці не виявлено ($t_{\text{ст.}}=0,3 < t_{\text{кр.}}=2,0$), однак на кінець спостережень менший бал пошкодження виявлено за сумісного використання, відповідно 0,1 до 0,8.

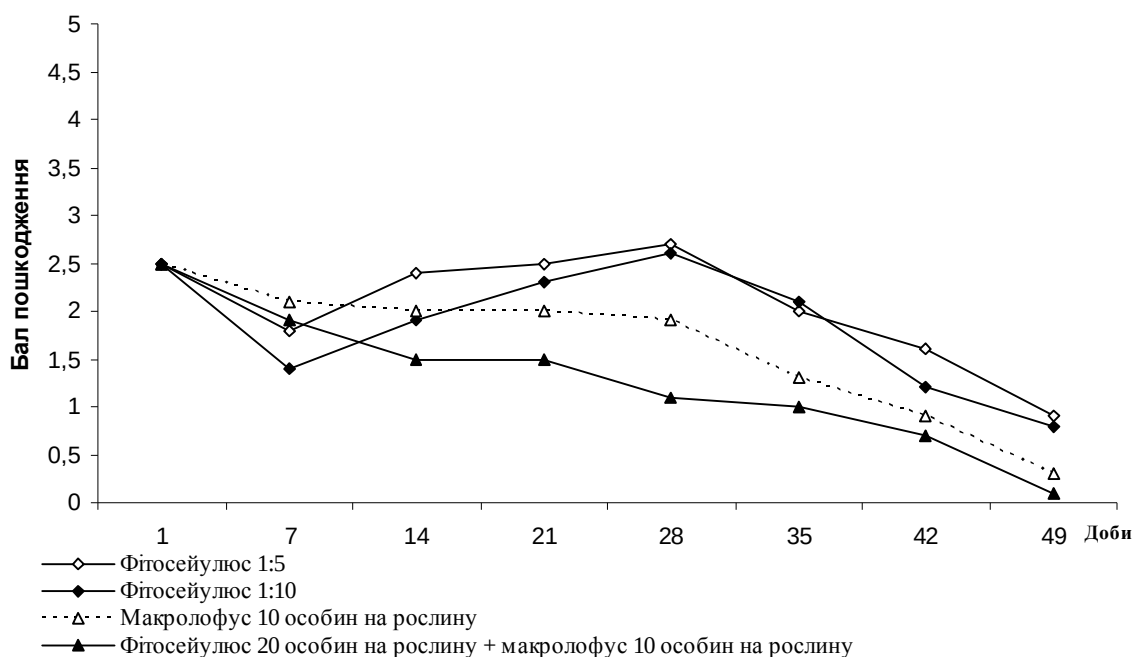


Рис. 1 – Динаміка обмеження пошкодження рослин помідорів звичайним павутинним кліщем під впливом фітосейулюса, макролофуса та суміші із фітосейулюса і макролофуса (середнє за 2007-2008 рр.)

Результати вивчення динаміки обмеження пошкодження рослин огірків звичайним павутинним кліщем під впливом зоофагів представлено на рис. 2. За умови застосування фітосейулюса у співвідношенні 1:10 та 1:20 за показником пошкодження не встановлено статистично достовірної різниці ($t_{ст.}=0,45 < t_{кр.}=2,14$), тобто середні двох вибірок не відрізняються. На 28-у добу спостережень бал пошкодження знизився до 3,1 та 3,2, а на кінець – до 0,2 бала у двох варіантах. Тобто, не виявлено різниці у пошкодженні рослин звичайним павутинним кліщем у залежності від співвідношення хижак: жертва в межах 1:10 та 1:20.

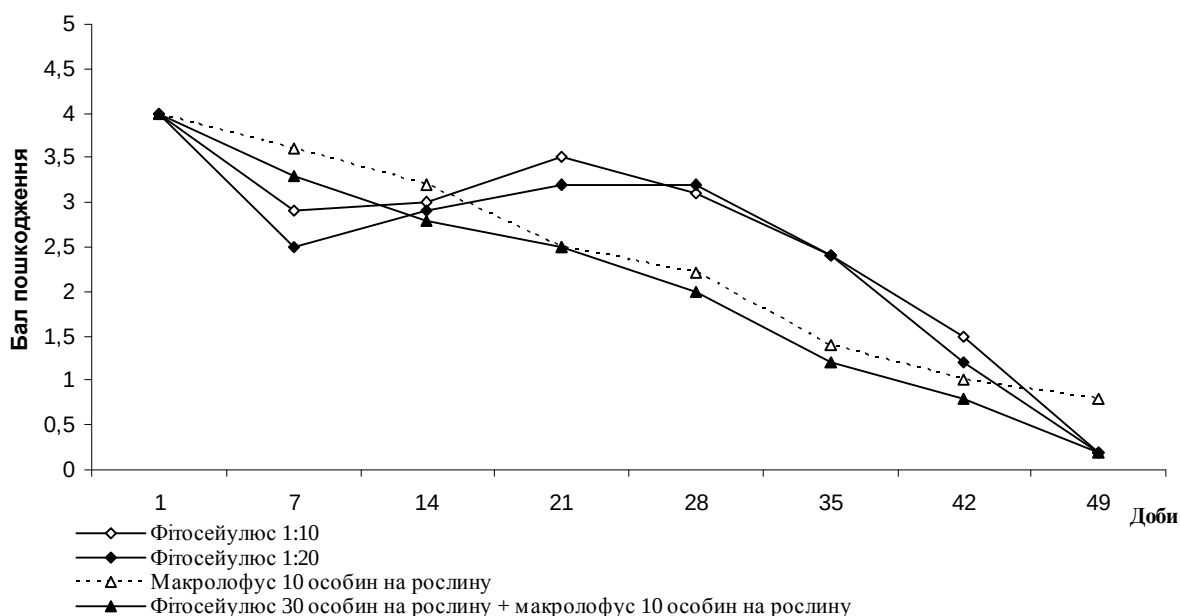


Рис. 2 – Динаміка обмеження пошкодження рослин огірків звичайним павутинним кліщем під впливом фітосейулюса, макролофуса та суміші із фітосейулюса і макролофуса (середнє за 2007-2008 рр.)

За умови використання макролофуса та сумісного використання *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. та *Macrolophus nubilus* H.S. спостерігали найменший бал пошкодження огірків під час внесення суміші видів. На 49-у добу спостережень бал пошкодження становив 0,8 та 0,2, але ця різниця між показниками статистично не достовірна ($t_{ст.}=0,01 < t_{кр.}=2,14$), тобто не має статистично значущої різниці.

Порівнюючи ефективність використання фітосейулюса у співвідношенні 1:10 та сумісного використання *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. (30 особин на рослину) з *Macrolophus nubilus* H.S. (10 особин на рослину) на 49-у добу спостережень бал пошкодження рослин виявився однаковий.

Слід відмітити, що під час використання *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. та *Macrolophus nubilus* H.S. проти шкідливих фітофагів не виявлено резистентних та токсикогенних форм *Tetranychus urticae* Koch. Супутні дослідження показали, що на відміну від хімічного захисту, біологічний контроль шкідливих фітофагів на огірках та помідорах сприяв збереженню механізмів саморегуляції екосистеми в умовах закритого ґрунту.

Висновки

Визначено, що за умови сумісного використання зоофагів проти *Tetranychus urticae* Koch. найбільш ефективним є співвідношення фітосейулюса 20 особин на рослину та макролофуса 10 особин на рослину.

Використання зоофагів унеможливорює появі резистентних і токсикогенних форм звичайного павутинного кліща, що сприяє збереженню механізмів саморегуляції екосистеми в умовах закритого ґрунту.

Література

1. Акимов И.А. Биологические основы вредоносности акароидных клещей. - Киев: Наукова думка, 1985. - 160 с.
2. Белякова Н.А. Особенности современных технологий массового разведения энтомофагов // Защита и карантин растений. М.: Колос - 2008, № 10.- С.18-20.
3. Вредители овощных культур в закрытом грунте // Настоящий хозяин.- 2007, № 6, С.3-9.
4. Заостровных В.И., Исакова М.С. Вредители огурца на светокультуре в защищенном грунте и меры борьбы с ними. КГСХИС.- 2004.- С.1-7
5. Ижевский С.С. Новое в защите тепличных культур // Защита и карантин растений. - М.: Колос, 1998. - № 8. - С. 45-46.
6. Надыкта В.Д., Исмаилов В.Я. Коваленков В.Г. Биологическая защита растений, ее современная концепция и перспективы развития в XXI веке. Conference Biological Methods in Integrated Plant Protection and Production. Institute of Plant Protection. Poznań, Poland 15-19 May, -2006.- С. 33-34.
7. Поспелов В. П. Энтомология. М.- Л., 1935.- 414с
8. Рудаков В.О., Гуменная Г.Н. Возможности биометода при производстве овощей в защищенном грунте // Агро XXI.- 2008. - № 1-3. - С. 20-22

УДК 664.002.35:573.6

ВИВЧЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ СИСТЕМ ТОПІНАМБУРУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ІНУЛІНУ ТА ІНУЛІНОПОДІБНИХ РЕЧОВИН IN VITRO

Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф., Пилипенко І.В., канд. техн. наук, ас.,

Средницька З.Ю., ст. наук. співр.

Одеська національна академія харчових технологій

Регуляція клітинного метаболізму шляхом зовнішнього впливу на бульби Helianthus tuberosus L. дозволяє індуктувати синтез специфічних поліфруктозанів з метою збільшення їх вмісту у сировині та розробки ефективного способу їх вилучення

The cells metabolism regulation of root Helianthus tuberosus L. by outer influence indicates the specific polyfructosans synthesis for their contents increasing, and searching ways for effective obtaining polyfructosans

Ключові слова: топінамбур, інулін, інуліноподібні речовини, інулаза, заморожування, поліфруктозани

Більшість сировини, що використовується для промислової переробки у харчовій галузі є глюкозовмісною. Проте в останні роки все більше виявляється цікавість до використання у харчуванні людини не тільки глюкозовмісної сировини, але й нетрадиційних рослин, що містять фруктозо-, манозо-, арабінозо- та ксилозовмісні полісахариди. Це пов'язано з тим, що одноплановий (глюкозний) підхід до вуглеводного харчування людини є згубним.

Більш ефективним є використання різноманітних комплексних полісахаридів у харчуванні, які не гідролізуються ферментами шлунково-кишкового тракту, а тільки мікроорганізмами товстого кишківника та мають низький глікемічний індекс. Введення у раціон людини комплексних полісахаридів має позитивний ефект у функціонуванні організму у цілому та у останні часи активно використовується для профілактичного харчування при багатьох захворюваннях. Саме комплексні полісахариди й визначають фізіологічну активність багатьох харчових добавок.

Поліфруктозани, збудовані на основі фруктози – мінорного моносахарида, відповідно, мають високу фізіологічну активність. Саме це й визначило пошук синтезу поліфруктозанів природним шляхом.

Оскільки фруктозани, як полісахариди неглюкозної природи, є термолабільними сполуками, тоді виникає ряд ускладнень при їх промисловому виробництві.

Різнорганістність процесів, які проходять у рослинній клітині пов'язано із діяльністю специфічних регуляторних механізмів. Кожен метаболічний шлях включає декілька ферментативних реакцій. Регуляція клітинного метаболізму проходить на двох рівнях – на рівні синтезу ферментів та на рівні зміни їх активності. Перший тип регуляції – забезпечення співвідношення між швидкістю синтезу клітинного білка, утворення ж катаболічних ферментів регулюється шляхом індукції.

Економічність клітинного метаболізму пов'язано з синтезом ферментів у разі виникнення необхідності, в той саме час як ферменти, що є необхідними для синтезу основних структурних компонентів, утворюються безперервно.

Метою роботи було вивчення впливу зовнішніх факторів на зміну активності ферментів класу трансфераз та гідролаз, що містять бульби топінамбуру. Встановити параметри найвищої активності ферментів, що синтезують фруктоолігосахариди та гідролізують інулін.

Вуглець, що фіксується рослинами у процесі фотосинтезу, може бути використаний у біохімічному синтезі різних сполук, в тому числі, структурних вуглеводнів, подібних до целюлози, ксилглюкану, пектину та неструктурних вуглеводнів, таких як цукроза, крохмаль, фруктани.

З трьох типів неструктурних вуглеводнів у більшості рослин накопичується крохмаль. Але у деяких рослин продукти фотосинтетичних реакцій накопичуються у вигляді поліфруктозанів – полімерів фруктози. Вперше подібну речовину було знайдено у екстрактах бульб *Inula Helenium*. Систематичні вивчення фруктанів дозволили зробити висновки, що поліфруктозани утворюються шляхом подовження молекули цукрози за рахунок послідовного приєднання фруктозних залишків.

Екстракти, отримані з рослин, що накопичують фруктозани, мають у своєму складі не тільки власне поліфруктозани, але й структурно близькі до них олігосахариди з коротшим ланцюгом.

Молекули фруктанів та олігосахаридів зазвичай закінчуються залишками цукрози. Усі фруктани поділяють на групи:

- фруктани типу інуліну, у яких фруктозильні залишки приєднані один до одного β -2-1-зв'язками;
- фруктани типу левану (флеїну), у яких фруктозильні залишки приєднані один до одного β -2-6-зв'язками;
- фруктани змішаного типу, у яких присутні як β -2-1-зв'язки, так і β -2-6-зв'язки.

Ці сполуки відрізняються за хімічними властивостями та будовою. Найбільш повно вивчений інулін, що виділяють з бульб георгіну та земляної груші, у яких на його частку припадає до 50% сирової ваги. Інулін у цих рослин присутній також у колоїдному стані у тканинах стебла, тоді як у листі, що містять цукрозу та крохмаль, інулін відсутній.

Відомо, що у зернових злаків навпаки листя, як правило, не містить крохмалю, а цукроза та фруктани у них присутні. Саме ці факти дозволяють зробити висновки, що у рослин поряд одним з одним ефективно працює два ферментативні механізми накопичення запасних речовин, кінцевими продуктами яких є крохмаль та специфічні поліфруктозани. Таким чином, виникає питання можливості визначення ферментативного механізму синтезу інуліну та його активування.

Відомо, що механізм біосинтезу інуліну в рослинах проходить шляхом трансфруктозидазних реакцій, причому донором фруктозних залишків, що необхідні для будови інуліну, є уридиндифосфатфруктоза [1].

Слід також відмітити, що поряд з ферментативними механізмами накопичення запасних речовин у рослин відбуваються також процеси гідролітичного розпаду інуліну. Інулаза (β -1,2-фруктан-фруктаногідролаза) гідролізує β -1,2-зв'язки в інуліні, відщеплення починається з D-фруктозного кінця полімеру із утворенням фруктози та продовжується до останнього зв'язку, у результаті цієї реакції утворюється єдина молекула глюкози на молекулу інуліну [2].

Після проведення аналітичного пошуку в якості об'єкту дослідження було обрано топінамбур, як рослину, що накопичує специфічний поліфруктозан – інулін у найбільшій кількості серед рослин.

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) є нетиповим представником рослинного світу, резервні речовини – продукти фотосинтезу якого накопичуються у вигляді крохмалю (листя, стебла) та запасуються шляхом синтезу поліфруктозанів (бульби).

Саме у бульбах топінамбуру міститься фруктозовмісний полісахарид інουλін, що має низький глікемічний індекс, його широко використовують у лікувально-профілактичному харчуванні. Деякі дослідники відносять його до „рослинного інсуліну”, але це не зовсім правильно, оскільки інουλін не відносять до гормонів та дія його на організм людини відбувається зовсім за іншим принципом.

У теперішні часи бульби топінамбуру використовують здебільшого у сухому подрібненому вигляді. У той самий час очищений полісахарид інουλін, що має лікувально-профілактичні властивості, оцінюється на світовому рівні до 6-8 доларів за грам. Однак очищений інουλін у країнах СНД практично не виробляється. Це пов'язано з його нестабільністю при виробництві та великими витратами при очищенні та хімічному виробництві.

Нами було досліджено хімічний склад складових рослин, що культивуються в Одеській області, результати досліджень наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад топінамбуру за складовими частинами

Об'єкт аналізу	Суха речовина, %	Протеїн, %	Жири, %	Клітковина, %	БЕР (Безазотисті екстрактивні речовини), %	Зола, %
Зелена маса	18,0	10,0	1,8	18,1	55,0	14,3
Бульби	19,2	11,4	1,0	4,2	78,0	5,8

Аналітичні дані [3,4] свідчать про високу морозостійкість топінамбуру з можливістю подальшого проростання, яку і забезпечує саме наявність поліфруктозанів (до $(-30)^{\circ}\text{C}$).

Специфічний вуглеводний комплекс топінамбуру забезпечує його різнопланову фізіологічну дію при споживанні та представлений не чистим інуліном, а його сумішшю з левулезанами, чи інулінами, до яких відносять таких представників, як псевдоінулін, інуленін, геліантин та синантрин [5].

Проведені дослідження сезонної динаміки вуглеводного складу топінамбуру вказує, що найбільш значний вміст інуліну ми спостерігали у бульбах осіннього врожаю, причому фізична обробка заморожуванням незначно, але збільшувала його вміст, кількість редуруючих речовин при заморожуванні практично не змінювалась (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив заморожування на накопичення інуліну у бульбах топінамбуру різних строків збору

Бульби топінамбуру	Вуглеводні, % від маси сухої речовини	
	Редууючі речовини	Інулін
Осінній збір	22,19	21,0
Осінній збір з заморожуванням до $(-14)^{\circ}\text{C}$	22,9	22,0
Весняний збір	10,13	7,5
Весняний збір з заморожуванням до $(-14)^{\circ}\text{C}$	14,5	12,9

Заморожування в обох випадках провокувало збільшення вмісту інуліну, причому у випадку топінамбуру весняного збору вміст інуліну підвищився більш, ніж у 1,5 рази.

Даний експериментальний результат свідчить про можливу фітоімунну відповідь на заморожування у бульбах із синтезом або активізацією ферментних систем – каталізаторів синтезу поліфруктану – інуліну.

Ферментами, що каталізують накопичення інуліну є сахароза-сахароза-фруктозилтрансфераза та фруктан-фруктан-фруктозилтрансфераза. В той саме час обробка заморожуванням пригнічує діяльність інулази.

Таким чином, для розробки ефективного способу отримання інулуну може існувати два шляхи:

— розробка параметрів попередньої обробки непошкоджених бульб топінамбуру з метою активування ферментних систем, що відповідають за синтез інуліну та інуліноподібних речовин, з подальшим їх вилученням;

— розробка способу отримання специфічних ферментів, що відповідають за синтез інуліну та інуліноподібних речовин, їх вилучення та подальше використання для отримання інуліну *in vitro* на відповідних субстратах.

Подальші дослідження у обох напрямках дозволять розробити ефективні способи отримання інуліну та інуліноподібних речовин шляхом керування їх синтезу у живих рослинах та на відповідних субстратах.

Література

1. Плешков Б.А. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
2. Брухман Э.Э. Прикладная биохимия. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 296 с.
3. Л.Г. Антонян, А.М. Балаян Использование метанового брожения для переработки и утилизации отходов топинамбура. – Биогаз: Проблемы и решения. Биотехнология.// М., 1998, Т.21 – С. 132-136.
4. Бобровник Л.Г., Лезенко Г.А. Углеводы в пищевой промышленности. К.: Урожай, 1991. – 111 с.
5. Даффус К., Даффус Д. Углеводный обмен растений. – М.: Агропромиздат, 1987, – 175 с.

УДК 664.8.037.1-035.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПРИРОДНИХ ПОЛІМЕРІВ ПРИ МЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Доценко Н. В., канд. техн. наук, доцент, Подорога В. І., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

Досліджено механодеструкцію природних полімерів рослинного походження при застосуванні попередньої низькотемпературної обробки. Зроблено спробу пояснити механізм дії деструкції на підставі фізичних та хімічних змін полімерів. Отримані позитивні результати деструкції деяких природних полімерів, що в подальшому може бути використано як новий спосіб переробки сировини.

Abstract. Mechanical destruction of natural polymers of phytogenous is investigational at the use of low temperatures. An attempt to explain the mechanism of action of destruction on the basis of physical and chemical changes of polymers is done. Got positive results of destruction of some natural polymers, that in future can be used as a new method of processing of raw material.

Ключові слова: кріоліз, природний полімер, механодеструкція, механокрекінг, макромолекули.

Зміни у харчових продуктах, які піддаються заморожуванню, є результатом комплексного поєднання зовнішнього та внутрішнього тепло- і масопереносу.

Різна структурно-функціональна організація клітин як рослинного, так і тваринного походження вимагає диференційованого підходу до дослідження клітин і характеру їх кріолізу та механічного пошкодження, хоча це й не виключає, а навпаки, передбачає наявність загальних закономірностей.

Механохімічні процеси при фазових переходах розчинів рідина – кристал – рідина внаслідок виникнення механічних сил у молекулах розчиненого полімеру вперше спостерігалися на прикладі заморожування водних розчинів. Це явище було названо кріолізом [1]. Явище кріолізу може бути поширено не тільки на розчини полімерів, а й на гетерогенні дисперсії, гелі.

Механізм кріолізу вивчений дуже мало, але передбачається, що при заморожуванні водних розчинів полімерів внаслідок збільшення питомого об'єму твердої фази виникає натяг ланцюга, що призводить до його механокрекінгу, якщо напрути перевищують енергію активації обриву ковалентних зв'язків.

Перші дослідження кріолізу виявили закономірності. Заморожування (при – 70 та – 20 °С) 2-5% розчинів крохмалю з наступним розморожуванням збільшує кількість розчинних фракцій у 10 разів, причому одночасно велика частина полімеру відшаровується у вигляді волокнистого осаду, нерозчинного у воді при кімнатній температурі, а частково і при кип'ятінні.

Розчинна частина продуктів кріолізу відрізняється більш високими (у 5-10 разів) значеннями йодних і мідних чисел і появою бурого забарвлення при реакції з йодом. Все це свідчить про глибину деструктивних процесів. Продукти кріолізу крохмалю тривалий час після розморожування зберігають активність.

Інтенсивні механічні дії на полімери здатні викликати механокрекінг – розрив молекулярних ланцюгів, що призводить до взаємного переміщення окремих елементів структури.

Механокрекінг можливий тільки тоді, коли виключено переміщення ланцюгів у цілому, а окремі ділянки ланцюга – сегменти – переміщуються в рамках, обмежених інтенсивністю міжмолекулярних і внутрішньомолекулярних взаємодій. Таке переміщення відбувається незворотно, тому що протікає під дією зовнішніх (механічних) сил. При подібному, незворотному в даних умовах, переміщенні структурних елементів ланцюгів полімеру в першу чергу повинна порушуватися вихідна структура ланцюгів і втрата упорядкованості або перехід вихідної кристалічної структури в аморфну. Можливе і неминуче переміщення структурних елементів з порушенням структури всередині молекулярних утворень [2].

На прикладі натуральних полімерів, наприклад целюлози, крохмалю, бавовни і ряду інших, було виявлено, що при подрібненні у вібраційному млині вже через дуже короткий час на рентгенограми

зникають всі типові інтерференції і з'являється розмите кільце або згладжений пік, що характерно для аморфного стану. [3].

Порушення молекулярної структури, збільшення доступності структури до впливу різних реагентів знаходить відображення у підвищенні реакційної здатності полімерів. Зниження ступеня взаємокомпенсації міжмолекулярних сил у подібних змінених структурах енергетично відповідає ніби розплавленню полімеру. Внаслідок цього, наприклад, нами розглянутий гідроліз целюлози прискорюється в 8-10 разів, механічно диспергований крохмаль розчиняється в холодній воді.

Останнім часом при дослідженні механічних процесів, що протікають при вібраційному подрібненні полімерів при низьких температурах, спостерігалось виникнення полірадикальних станів [4], а також відщеплення низькомолекулярних сполук. Для пояснення цих явищ припустили, що при ударних механічних впливах у полімерах відбувається збудження зв'язків в структурі ланцюгів. Сутність подібного стану полягає в тому, що енергія механічної дії в момент її прикладення не локалізується тільки на головних валентних зв'язках в ланцюзі, а порушує всю систему зв'язків на певній ділянці. Відбувається свого роду «струс» молекулярної структури, енергія удару витрачається на збільшення міжатомних відстаней, погіршення зв'язків у замісниках, у бічних групах і т.д. Якщо за такого «струсу» речовина розпадається на «шматки» вихідної молекулярної структури, то говорять про стан «полімер – плазми» для високомолекулярних тіл.

При механічних впливах на полімери внаслідок нерівномірного розподілу внутрішніх напружень або локалізації енергії удару на окремих ділянках ланцюга виникають критичні напруження і відбувається розрив хімічних ковалентних зв'язків, що в свою чергу призводить до утворення активних частинок [5]. Утворення вільних радикалів у результаті механокрекінгу є першим етапом механохімічного процесу. Радикали, що утворюються при механокрекінгу, мають багато спільного з радикалами, отриманими під дією тепла, світла, випромінювань і т.д.

Не менш важливою особливістю є місце розриву, за яким відбувається механокрекінг. У даний час є деякі докази локалізації механокрекінгу тільки для деяких синтетичних полімерів. До останнього часу малося на увазі, що розрив полімерних ланцюгів у процесі механодеструкції відбувається за найбільш слабким в енергетичному відношенні зв'язком (аналогічно хімічним, деструктивним процесам). Але поява нееквівалентної кількості кінцевих груп у продуктах механодеструкції, наприклад великої кількості кислих і меншого основних з'єднань при деструкції желатину [6] та ряд інших спостережень змусили засумніватися в локалізації механокрекінгу. Характерним є виникнення радикалів при механокрекінгу в твердих полімерах при скільки завгодно низьких температурах і під час відсутності інших факторів активації. Утворені при цьому радикали мають малу рухливість і «живучість» за рахунок великих розмірів. Можливий розрив ланцюга по зв'язкам з відносно великою енергією, наприклад по зв'язках C-C, за наявності менше міцних C-S зв'язків [7].

Певну роль відіграє присутність в полімерній системі речовин, що послаблюють деякі зв'язки та дозволяють реалізувати механічно активований хімічний процес, у якому витрата механічної енергії не повинна бути еквівалентна енергії зв'язку [3, 8].

Основним наслідком механодеструкції є зменшення молекулярної маси, яка відбувається за певним законом. Існує залежність між часом подрібнення, тобто часом механічного впливу, і значенням молекулярної маси різних полімерів. Ця залежність пов'язана з особливостями хімічної будови полімеру, режимом механічного впливу, навколишнім середовищем і т.д.

Встановлено, що чим більше сконцентрована енергія зовнішнього впливу в одиниці об'єму, тим імовірніше протікання механокрекінгу, що є першим етапом механодеструкції.

Зміна розчинності полімерів у результаті механодеструкції обумовлена, з одного боку, скороченням ланцюгів, тобто зниженням молекулярної маси, а з іншого, появою нових кінцевих груп. Так, високомолекулярний желатин [9], до деструкції розчинний у воді тільки при температурі вище 40 ° С, навіть після нетривалої деструкції не тільки повністю розчиняється в холодній воді, але й набуває часткову (до 10 %) розчинність в етанолі й ацетоні, в яких він зовсім не розчиняється до деструкції.

Особливу увагу заслуговує поява розчинності внаслідок механодеструкції природних, раніше взагалі нерозчинних сполучень, наприклад із сітчастою внутрішньою будовою.

Збільшення розчинності може бути пояснено виникненням полярних кінцевих груп і зміною будови основного ланцюга продуктів механодеструкції.

При розгляді літературних даних про вплив температури на процес структурних порушень високомолекулярних полімерів звертає увагу істотна відмінність кінетики механодеструкції.

Швидкість механодеструкції целюлози, крохмалю та інших жорстких полімерів в інтервалі температур 0-30 ° С практично постійна. На підставі цих даних був зроблений висновок про те, що енергія активації механічної деструкції дорівнює нулю. Ця обставина вважалась особливістю механодеструкції. У подальшому було доведено помилковість такої думки

У процесі механічної обробки полімерів поряд з механокрекінгом ланцюгів і подальшою стабілізацією продуктів механодеструкції відбувається незворотне при даній температурі взаємне переміщення окремих ділянок ланцюгів, тобто порушення вихідної структури молекул. Це порушення структури молекул у жорстких полімерах призводить до повної дезорієнтації відносного розташування структурних елементів, причому кристалічні структури «аморфізуються» [3], а щільність аморфних полімерів різко знижується.

Особливу цікавість становить те, що в процесі такої дезорієнтації окремі ланцюги або їх ділянки в моменти різкого зниження міжмолекулярної взаємодії з сусідніми ланцюгами отримують можливість приймати термодинамічно більш вигідні конформації. Останні надалі закріплюються внутрішньою і міжмолекулярною взаємодією, причому енергетичні бар'єри, що перешкоджають відновленню вихідної структури, можуть бути настільки великі, що дозволяють зберегти виниклу форму і після переходу продуктів механодеструкції в розчин.

Фракційний склад полімерів у результаті механодеструкції змінюється не тільки у бік підвищення вмісту низькомолекулярних фракцій, але й у бік зниження ступеня полідисперсності. Це відображає основний напрямок процесу, тобто наслідок механодеструкції.

Зміна міцності при механодеструкції є наслідком тих самих змін, які пов'язані зі зміною фракційного складу, тобто зниження молекулярної маси, виникнення нових кінцевих груп і зміни конформацій молекулярних ланцюгів.

Дезактивація кінцевих груп або виникнення нових груп, здатних до дисоціації в процесі механокрекінгу високомолекулярних полімерів, що не є поліелектролітами, призводить до зміни їх електрохімічних властивостей. При механічному диспергуванні різних білкових об'єктів утворюється велика кількість активних груп кислого і основного характеру.

Відносне положення полімерів за значеннями параметрів деструкції може визначатися наступним фактором, що впливає на швидкість деструкції при інших рівних умовах. Цей фактор полягає в тому, що чим жорсткіше закріплені ланцюги полімеру, тим вірогідніший їх розрив унаслідок важкості переміщення ділянок ланцюгів, зміни їх розташування та перерозподілу внутрішніх напружень.

При рівній щільності механічної енергії на одиницю об'єму полімеру, що підводиться в процесі механодеструкції, напруги перерозподіляються між ланцюгами у цьому об'ємі більше.

До впливу хімічної природи можна віднести вплив ступеня розгалуженості ланцюгів, оскільки механокрекінг на початковій стадії відбувається переважно по зв'язках, які відходять від основного ланцюга. Сюди ж відноситься і наявність у полімерних ланцюгах певних атомів, які легко відщеплюються при механодеструкції з утворенням низькомолекулярних сполук. Крім того, в процесі механодеструкції виникають нові ланцюги, затиснуті між структурними утвореннями і які зазнають значних структурних змін.

Таким чином, на підставі досліджених змін, що відбуваються при інтенсивних механічних впливах у природних полімерах із зміненою фазовою структурою, зроблено спробу пояснити механізм механодеструкції.

Так, розрив макромолекул полімерів при механічних впливах, тобто механокрекінг з утворенням вільних макрорадикалів, відбувається у тому випадку, коли при деформації полімерів внаслідок нерівномірного перерозподілу внутрішніх напружень в якомусь місці виникає напруження, що перевищує критичну величину, яка дорівнює міцності хімічного ковалентного зв'язку між атомами основного ланцюга.

Висновки

На механодеструкцію суттєво впливає фазовий стан рослинної тканини, при високий швидкості низькотемпературного впливу можливий перехід рідини, що міститься в клітинах, в аморфний стан, оминаючи твердий. Це вже на стадії кріолізу дозволяє досягти високого ступеня деструкції об'єкта, що довершується інтенсивним механічним впливом.

Література

1. Берлин А. А., Пенская Е. А. // Тезисы докладов конференции МТИММП. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 136 с.
2. Соголова Т. И. Механика полимеров. – М.: Физико-химический журнал, 1965, № 1. – С. 5.
3. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. – М.: Химия, 1978. – 384с.
4. Формальский А.М. Перемещение антропоморфных механизмов / Под ред. В.А.Горбунова. – М.: Наука, 1982. – 368с.
5. Цереза Р. Блок и привитые сополимеры. /Пер с англ. Под ред. С.Р.Рафикова. – М.: Мир, 1964. – 287 с.
6. Барамбойм Н. К. Докт. дис. – М.: ИФХ АН СССР, 1955.
7. Бутягин П. Ю. Докт. дис. – М.: ИФХ АН СССР, 1966.
8. Высокомолекулярные соединения // Вершинина М. П. и др. – М.: Химия, 1967. – 98с.
9. Павлов С. А., Барамбойм Н. К. //Труды Всесоюзной конференции по коллоидной химии. – Киев: Изд-во АН УССР, 1952. – С. 272.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ НА БІОФЛАВОНОЇДИ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ СОУСІВ

Малюк Л.П., д-р техн. наук, професор, Зіolkовська А.В., канд. техн. наук, Гурікова І.М., асистент Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Наведено результати досліджень, спрямованих на встановлення впливу ароматичної сировини на біофлавоноїди яблучно-журавлиних та яблучно-обліпихових соусів.

The results of influence of aromatic raw material on bioflavonoids content in apple-cranberry and apple-sea-buckthorn sauces are described.

Ключові слова: ароматична сировина, біофлавоноїди, антиоксиданти, рецептура, екстракти яблучно-журавлиних мас.

Оскільки плоди та ягоди мають антиоксидантні властивості, що зумовлені наявністю в них широкого спектру біологічно активних речовин (БАР), зокрема біофлавоноїдів, їх необхідно вживати протягом цілого року, що зумовлює необхідність їх переробки. Але біофлавоноїди, будучи хімічно активними, – нестабільні. Їхнє окислення і подальше перетворення супроводжується зміною кольору і якості плодів під час переробки, а в консервованих продуктах – збереження. З огляду на це, під час розробки технологій переробки плодово-ягідної сировини необхідно приділити увагу стабілізації біофлавоноїдів і підібрати такі антиоксиданти, які б сполучали ефективність із нешкідливістю для людини, були доступною районованою сировиною.

На основі попередніх досліджень [1] як стабілізатор біофлавоноїдів плодово-ягідної сировини нами обрано ароматичну сировину, що районована в Україні, а саме листя смородини, вишні, м'яту, меліси, квітки липи, бузини. Результати досліджень підтвердили принципову можливість використання їх у якості антиоксидантів біофлавоноїдів. Але вибір добавок у даному випадку повинен ґрунтуватися не тільки на підставі їх хімічного складу, антиоксидантної активності й органолептичної оцінки, але і на результатах дослідження ступеня збереження БАР у готовому продукті.

Нами розроблено рецептуру та технологічний процес виробництва яблучно-журавлиних та яблучно-обліпихових соусів [2]. Як основу соусу обрано яблучне пюре, яке є найдешевшою плодово-ягідною сировиною в Україні. Для формування асортименту соусів та збагачення їх БАР використано пюре з обліпихи та журавлини.

Метою статті є встановлення впливу ароматичної сировини на окремі фракції біофлавоноїдів яблучно-журавлиного та яблучно-обліпихового соусів.

Проведені дослідження показали, що без використання додаткових стабілізуючих чинників під час термообробки яблучно-обліпихових та яблучно-журавлиних мас за температури $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом $(9 \pm 1) \times 60$ С відбувається руйнація (26,6...34,3) % лейкоантоціанів, (16,9...34,2) % катехинів, (8,2...14,8) % флавонолів та (17,5...26,5) % антоціанів (у системах із журавлиним пюре).

На основі проведених досліджень [3] можна припустити, що з метою підвищення вмісту та стабілізації БАР соусів, а також формування їх асортименту доцільним є введення ароматичної сировини, що характеризується значним вмістом біофлавоноїдів, а саме: листя чорної смородини, вишні, м'яти, меліси, квіток бузини, липи.

Встановлено, що додавання (0,1...0,5) % ароматичної сировини дозволяє надати продукту приємний специфічний смак, аромат та більш інтенсивний, у порівнянні з системами без добавок, колір. За вмісту ароматичної сировини вищий 0,5 %, то значно погіршується аромат готового продукту; менше 0,1 % – зовсім не відчувається аромат добавки.

На основі органолептичної оцінки плодово-ягідних систем з ароматичною сировиною встановлено, що максимальному рівню показників якості відповідають наступні системи:

- з листям вишні або чорної смородини, які містять яблучне та журавлине пюре у співвідношенні 80:20;
- з листям м'яти та меліси, які містять яблучне та журавлине пюре або яблучне та обліпихове пюре у співвідношенні 85:15;
- з квітками липи або бузини, які містять яблучне та обліпихове пюре у співвідношенні 95:5.

Спектри поглинання типових представників яблучно-журавлиних та яблучно-обліпихових систем з ароматичною сировиною (рис. 1-3) свідчать про підвищення оптичної щільності зразків зі збільшенням вмісту в них ароматичної сировини. Збільшення оптичної щільності зразків в межах довжин хвиль

(260...280) нм свідчить про збільшення вмісту катехінів, (320...330) нм – флавонолів, (520...540) нм – антоціанів.

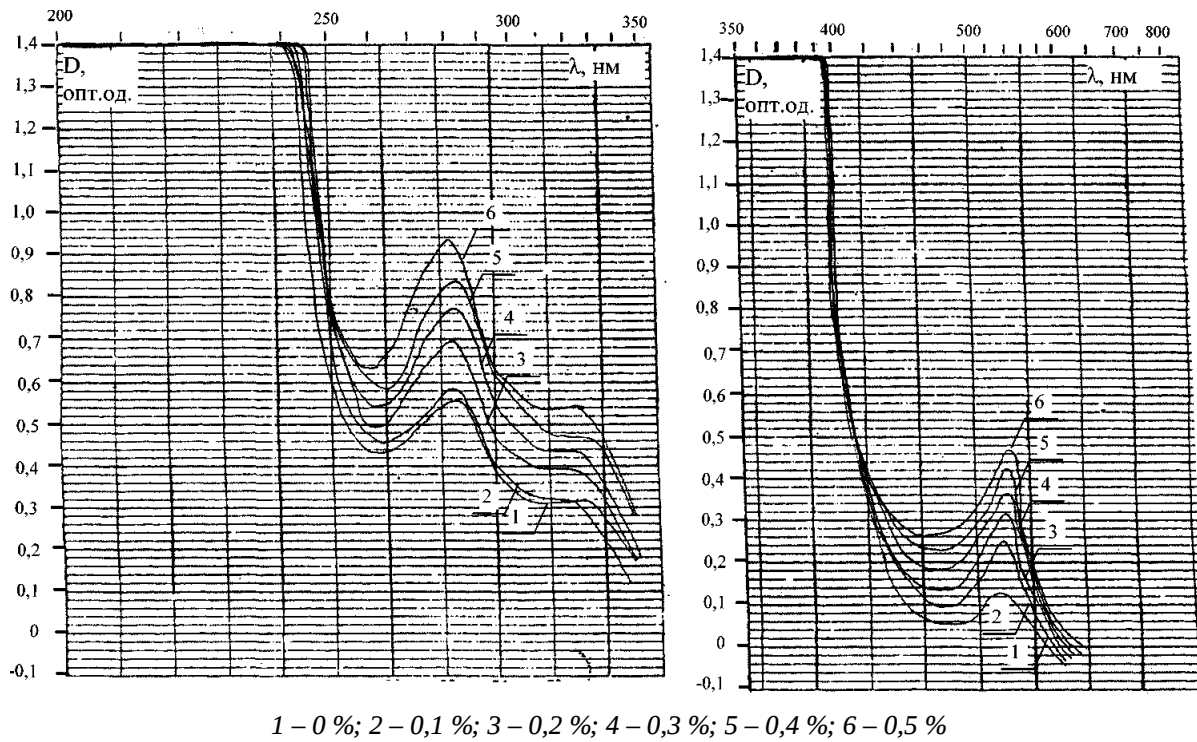


Рис. 1 – Спектри поглинання етанолових екстрактів яблучно-журавлиних мас залежно від вмісту листя м'яти

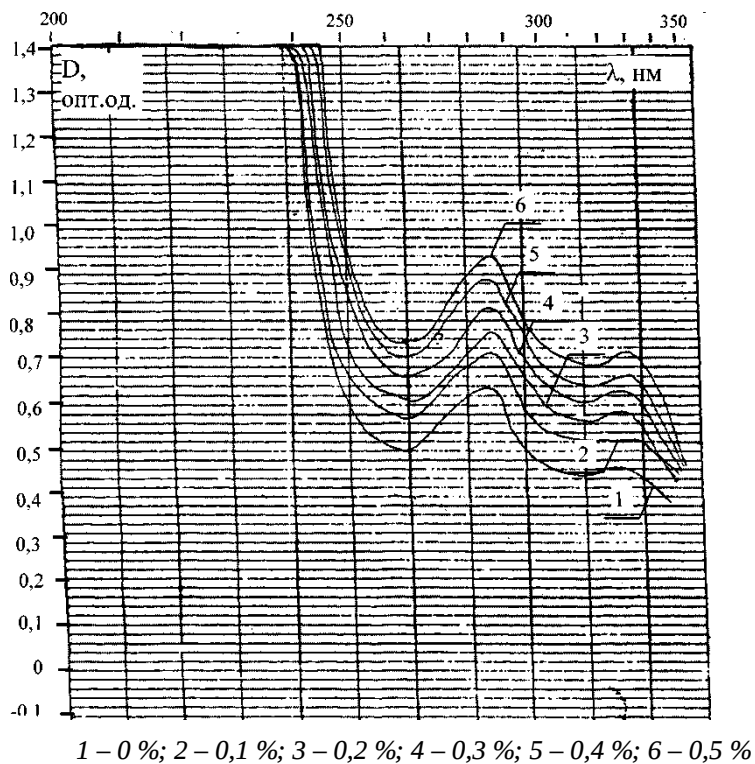


Рис. 2 – Спектри поглинання етанолових екстрактів яблучно-обліпихових мас залежно від вмісту листя м'яти

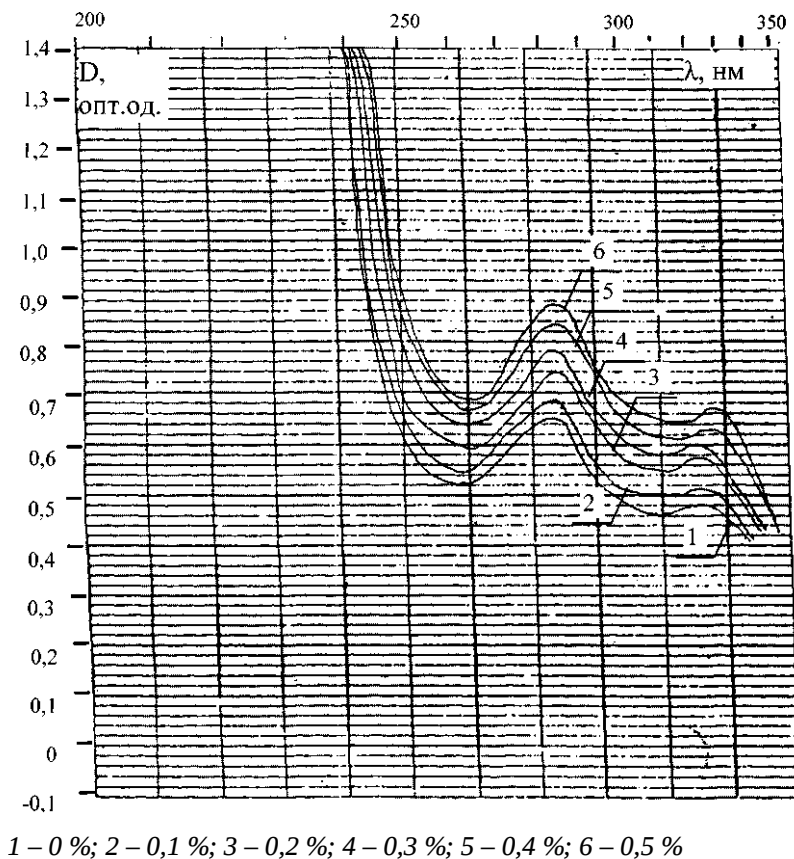


Рис. 3 – Спектри поглинання етанолових екстрактів яблучно-журавлиних мас залежно від вмісту квіток бузини

З метою характеристики відновних властивостей ароматичної сировини визначали характер її впливу на окремі фракції біофлавоноїдів плодово-ягідних систем. Дослідженню піддавали системи на основі яблучного і журавлиного або обліпихового пюре у визначених співвідношеннях з додаванням різної кількості висушеної подрібненої ароматичної сировини, термооброблені за обраних параметрів. Контролем служили системи без додавання ароматичної сировини нетермооброблені та термооброблені за тих самих параметрів.

Встановлено, що при вмісті ароматичної сировини в плодово-ягідних системах (0,1...0,5) % спостерігається підвищення вмісту усіх фракцій біофлавоноїдів порівняно з системами без добавок: лейкоантоціанів на (43...80) %, катехинів – на (16...49) %, флавонолів – на (10...35) % та антоціанів (у системах з журавлиною) – на (17...56) %.

Стабілізуючий ефект ароматичної сировини можна пояснити тим, що ароматична сировина, яка використовується, є джерелом великої кількості БАР, які володіють антиоксидантними властивостями. Підвищення вмісту біофлавоноїдів у продуктах з використанням ароматичної сировини відбувається не стільки за рахунок збагачення їх, скільки за рахунок високої антиокисної активності.

Стабілізуючий ефект ароматичної сировини біофлавоноїдів за рахунок її антиокисної дії в дослідних плодово-ягідних системах визначали як відношення збереженості фракцій біофлавоноїдів після термообробки в системах з добавками відносно їх збереженості в системах без добавок.

$$X = \frac{W_{ap.c.}}{W} = \frac{C_{ap.c.}^{TO}}{C_{ap.c.}} \cdot \frac{C^{TO}}{C}, \quad (1)$$

де $W_{ap.c.}$ – збереженість біофлавоноїдів в системах з ароматичною сировиною, одиниць;

W – збереженість біофлавоноїдів в системах без ароматичної сировини, одиниць;

$C_{ap.c.}^{TO}$ – концентрація біофлавоноїдів в системах з ароматичною сировиною після термообробки, 10^{-3} %;

$C_{ap.c.}$ – концентрація біофлавоноїдів в системах з ароматичною сировиною до термообробки, 10^{-3} %;
 C_{PO} – концентрація біофлавоноїдів в системах без ароматичної сировини після термообробки, 10^{-3} %;
 C – концентрація біофлавоноїдів в системах без ароматичної сировини до термообробки, 10^{-3} %.

Наприклад, стабілізуючий ефект лейкоантоціанів за рахунок антиокисної дії 0,1 % листя чорної смородини в яблучно-журавлиному пюре визначали наступним чином:

$$X = \frac{195,8}{227,7} : \frac{134,8}{204,2} = 0,86 : 0,66 = 1,30 \quad (2)$$

Так, отримані значення показують, що за рахунок антиокисної дії листя чорної смородини в яблучно-журавлиному пюре було збережене в 1,3 рази більше лейкоантоціанів.

Збереженість біофлавоноїдів та стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок її антиокисної дії в яблучно-обліпихових та яблучно-журавлиних пюре наведено в табл. 1, 2.

Таблиця 1 – Збереженість біофлавоноїдів та їх стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок її антиокисної дії під час термообробки в яблучно-журавлиному пюре

Зразок				Збереженість під час термообробки, %				Стабілізуючий ефект біофлавоноїдів за рахунок антиокисної дії ароматичної сировини			
яблучне пюре, %	журавлине пюре, %	ароматична сировина	вміст ароматичної сировини, %	ейкоантоціани	катехіни	антоціани	флавоноли	лейкоантоціани	катехіни	антоціани	флавоноли
80	20	–	0	0,66	0,64	0,78	0,88	–	–	–	–
		Листя чорної смородини	0,1	0,86	0,85	0,91	0,92	1,30	1,33	1,16	1,04
			0,2	0,86	0,85	0,91	0,92	1,30	1,33	1,16	1,04
			0,3	0,87	0,86	0,92	0,92	1,32	1,34	1,17	1,04
			0,4	0,87	0,87	0,92	0,93	1,32	1,36	1,18	1,05
			0,5	0,88	0,87	0,92	0,94	1,33	1,36	1,18	1,07
80	20	Листя вишні	0,1	0,85	0,83	0,90	0,91	1,29	1,30	1,15	1,03
			0,2	0,87	0,84	0,91	0,91	1,32	1,31	1,16	1,03
			0,3	0,88	0,84	0,91	0,91	1,33	1,31	1,16	1,03
			0,4	0,88	0,85	0,91	0,91	1,33	1,33	1,16	1,04
			0,5	0,88	0,85	0,91	0,91	1,33	1,33	1,17	1,04
85	15	–	0	0,68	0,69	0,75	0,90	–	–	–	–
85	15	Листя м'яти	0,1	0,88	0,87	0,88	0,94	1,29	1,26	1,17	1,04
			0,2	0,91	0,87	0,89	0,95	1,34	1,26	1,18	1,06
			0,3	0,92	0,88	0,89	0,95	1,35	1,27	1,18	1,06
			0,4	0,93	0,88	0,89	0,95	1,37	1,27	1,19	1,06
			0,5	0,94	0,88	0,90	0,96	1,38	1,27	1,19	1,07
85	15	Листя меліси	0,1	0,89	0,86	0,86	0,93	1,31	1,25	1,14	1,03
			0,2	0,90	0,86	0,86	0,93	1,32	1,25	1,14	1,03
			0,3	0,91	0,86	0,86	0,94	1,34	1,25	1,14	1,04
			0,4	0,91	0,86	0,86	0,94	1,34	1,25	1,14	1,04
			0,5	0,92	0,87	0,87	0,95	1,35	1,25	1,15	1,06

Найбільший стабілізуючий ефект ароматична сировина проявляє на найбільш лабільні фракції біофлавоноїдів – катехіни та лейкоантоціани, найменший – на відносно стабільні проти окислення флавоноли.

Так (табл. 1), додавання (0,1...0,5) % листя чорної смородини до системи, що містить 80 % яблучного та 20 % журавлиного пюре, призводить до збільшення вмісту в ній лейкоантоціанів за рахунок антиокисного ефекту в (1,30...1,33) разів, катехінів – в (1,33...1,36) разів, антоціанів – в (1,16...1,18) разів, флавонолів – в (1,04...1,07) разів. Додавання листя вишні до аналогічної системи призводить до стабілізації в ній

лейкоантоціанів в (1,29...1,33) разів, катехінів – в 1,30...1,33 разів, антоціанів – в (1,15...1,17) разів та флавонолів – в (1,03...1,04) разів.

Введення листя м'яти в систему, що містить 85 та 15 % яблучного та журавлиного пюре, стабілізує вміст в ній лейкоантоціанів в (1,29...1,38) разів, катехінів – в (1,26...1,27) разів, антоціанів – в (1,17...1,19) разів та флавонолів – в (1,04...1,06) разів, в той час як додавання листя меліси в аналогічну систему призводить до стабілізації фракцій біофлавоноїдів в (1,31...1,35, 1,25, 1,14...1,15 та 1,03...1,06) разів, відповідно.

Таблиця 2 – Збереженість біофлавоноїдів та їх стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок її антиокисної дії під час термообробки в яблучно-обліпиховому пюре

Зразок				Збереженість під час термообробки, %			Стабілізуючий ефект біофлавоноїдів за рахунок антиокисної дії ароматичної сировини		
яблучне пюре, %	обліпихове пюре, %	ароматична сировина	вміст ароматичної сировини, %	лейкоантоціани	катехіни	флавоноли	лейкоантоціани	катехіни	флавоноли
85	15	–	0	0,70	0,77	0,87	–	–	–
85	15	Листя м'яти	0,1	0,81	0,92	0,93	1,29	1,26	1,06
			0,2	0,83	0,93	0,94	1,34	1,26	1,07
			0,3	0,84	0,93	0,94	1,35	1,27	1,07
			0,4	0,84	0,93	0,95	1,37	1,27	1,08
			0,5	0,85	0,94	0,95	1,38	1,27	1,08
85	15	Листя меліси	0,1	0,84	0,88	0,95	1,31	1,25	1,08
			0,2	0,85	0,89	0,95	1,32	1,25	1,08
			0,3	0,85	0,89	0,97	1,34	1,25	1,10
			0,4	0,86	0,89	0,97	1,34	1,25	1,10
			0,5	0,86	0,89	0,98	1,35	1,25	1,11
95	5	–	0	0,71	0,74	0,88	–	–	–
95	5	Квітки липи	0,1	0,88	0,97	0,88	1,14	1,24	1,06
			0,2	0,89	0,97	0,88	1,17	1,26	1,07
			0,3	0,89	0,97	0,88	1,18	1,26	1,07
			0,4	0,89	0,98	0,89	1,18	1,26	1,08
			0,5	0,89	0,98	0,90	1,19	1,27	1,08
95	5	Квітки бузини	0,1	0,85	0,86	0,88	1,18	1,18	1,08
			0,2	0,85	0,90	0,88	1,19	1,21	1,08
			0,3	0,86	0,92	0,88	1,19	1,20	1,10
			0,4	0,86	0,93	0,88	1,21	1,20	1,10
			0,5	0,86	0,93	0,89	1,21	1,20	1,11

Аналогічний вплив чинить ароматична сировина на системи, які містять яблучне та обліпихове пюре (табл. 2). Так, введення (0,1...0,5) % листя м'яти до яблучно-обліпихового пюре (співвідношення 0,85:0,15) призводить до стабілізації в ньому вмісту лейкоантоціанів в (1,29...1,38) разів, катехінів – в (1,26...1,27) разів, флавонолів – в (1,06...1,08) разів. Додавання листя меліси в аналогічну систему призводить до стабілізації вмісту відповідних фракцій біофлавоноїдів в (1,31...1,35, 1,25 та 1,09...1,11) разів.

Додавання квіток липи у такому ж співвідношенні до системи, що містить 95 % яблучного та 5 % обліпихового пюре призводить до стабілізації в ній вмісту лейкоантоціанів в 1,14...1,19 разів, катехінів – в (1,24...1,27) разів, флавонолів – в (1,06...1,08) разів. Введення квіток бузини призводить до стабілізації вмісту лейкоантоціанів, катехінів та флавонолів в (1,18...1,21, 1,18...1,20 та 1,08...1,11) разів, відповідно.

Загалом, стабілізуючий ефект лейкоантоціанів ароматичною сировиною, що обрана для досліджень становить (1,14...1,38) разів, катехінів – (1,18...1,36) разів, антоціанів – (1,14...1,19) разів та флавонолів – (1,03...1,11) разів.

З отриманих даних видно, стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок антиокисної дії зменшується в такій послідовності: листя чорної смородини, квітки бузини, листя м'яти, листя вишні,

квітки липи та листя меліси. Це корелює з отриманими даними окисно-відновного потенціалу ароматичної сировини та дозволяє підбирати ароматичну сировину для плодово-ягідних систем на основі органолептичної сумісності та значень її окисно-відновного потенціалу.

Отримані дані підтверджують припущення щодо антиоксидантної дії ароматичної сировини на біофлавоноїди плодово-ягідних систем та дозволяють отримати чисельні характеристики її стабілізуючого ефекту на харчові системи, що досліджувались. Отриманий ефект можна пояснити наступним чином. Ароматична сировина містить комплекс біофлавоноїдів, вітамінів та інших БАП, здатних до антиокисної дії. Отже, збільшення вмісту біофлавоноїдів відбувається не стільки за рахунок збагачення систем біофлавоноїдами, що містяться у ароматичній сировині (оскільки її вміст не перевищує 0,5 %), скільки за рахунок антиоксидантної дії досліджених добавок на речовини плодових мас.

Антиокисна активність біофлавоноїдів обумовлена деякими особливостями електронної будови їх молекул. По-перше, біофлавоноїди легко окислюються, так як характеризуються більш низькою енергією зв'язку атома водню у складі гідроксильних груп, ніж енергія зв'язку водню у функціональних групах інших сполук, наприклад ліпідів, аскорбінової кислоти, β -каротину.

По-друге, біофлавоноїди викликають дезактивацію вільних радикалів, перешкоджаючи їхньому накопиченню.

По третє, біофлавоноїди взаємодіють з іонами металів, що є каталізаторами окислення, в тому числі в плодово-ягідних системах, утворюючи з ними стабільні комплекси. Комплексоутворююча здатність біофлавоноїдів проявляється і по відношенню до тих іонів металів, які включені до активних центрів більшості окисно-відновних ферментів. Тому біофлавоноїди також виступають як інгібітори ферментів, які беруть участь у реакціях окислення.

Це дозволяє рекомендувати ароматичну сировину, що розглядалась в роботі, як антиоксидантів лабільних сполук, зокрема біофлавоноїдів, під час розробки нової технології плодово-ягідних соусів.

Установлено, що при вмісті ароматичної сировини в плодово-ягідних системах (0,1...0,5) % спостерігається підвищення вмісту всіх фракцій біофлавоноїдів, порівняно з системами без добавок: лейкоантоціанів – на (43...80) %, катехінів – на (16...49) %, флавонолів – на (10...35) % та антоціанів (у системах з журавлиною) – на (17...56) %.

Розраховано стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок антиокисної дії на біофлавоноїди: лейкоантоціанів збільшується в (1,14...1,38) разів, катехінів – в (1,18...1,36) разів, антоціанів – в (1,14...1,19) разів та флавонолів – в (1,03...1,11) разів. Стабілізуючий ефект ароматичної сировини за рахунок антиокисної дії зменшується в такій послідовності: листя чорної смородини, квітки бузини, листя м'яти, листя вишні, квітки липи та листя меліси. Це корелює з отриманими даними окисно-відновного потенціалу ароматичної сировини та дозволяє підбирати ароматичну сировину для плодово-ягідних систем на основі органолептичної сумісності та значень її окисно-відновного потенціалу.

Література

1. Малюк Л. П. Дослідження біофлавоноїдів ароматичної сировини / Л. П. Малюк, А. В. Зіolkовська, І. М. Гурікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2006. – Вип. 2 (4). – С. 30–37.
2. Малюк, Л. П. Нова технологія плодово-ягідних соусів [Текст] / Л. П. Малюк, А. В. Зіolkовська // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2008. – С. 207–210.
3. Малюк Л. П. Метод стабілізації біофлавоноїдів в солодких соусах / Л. П. Малюк, А. В. Зіolkовська, І. М. Гурікова // Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2007. – № 1 (107). – С. 264–270.

УДК 664.8:664.932

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПАСТ З ГАРБУЗА

Сирохман І.В., д-р. техн. наук, професор, Філь М.І., здобувач
Львівська комерційна академія, м. Львів, Україна

Вивчено напрями поліпшення якості фруктових консервів, зокрема паст на основі гарбузів. Встановлено, що за досліджуваними показниками, найвищі споживні властивості має паста гарбузова з «курагою» та «чорносливом».

We study the trends of improving quality of fruit and vegetable canning, including pastes based pumpkin. Established that the study parameters, the highest spozhyvni properties is pasta with squash «dried apricots» and «prunes».

Ключові слова: паста гарбузова, пектин, клітковина, аскорбінова кислота, β -каротин.

Протягом останніх років спостерігаються стійкі негативні зміни в структурі харчування населення України, зумовлені дефіцитом у харчовому раціоні вітамінів, особливо антиоксидантного ряду (А,Е,С), макро- й мікроелементів.

Заслуговує на увагу зростання виробництва спеціальних біологічно активних і вітамінних добавок, харчових волокон, які отримують з традиційних і нетрадиційних джерел рослинної сировини. Їх можна вважати продуктом натурального походження, які є нетоксичними і придатні для тривалого вживання у вигляді рецептурних компонентів або харчових біологічно активних добавок у продукти харчування.

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних напрямків у галузі здорового харчування є забезпечення населення якісними продуктами з високою харчовою цінністю.

У зв'язку з погіршенням екологічних умов в Україні особливу увагу приділяють більш раціональному використанню продуктів переробки овочів і фруктів.

Споживні властивості паст формуються залежно від сировини, яку використовують для їх виробництва та окремих технологічних процесів, кожний з яких суттєво впливає на формування органолептичних і фізико-хімічних показників.

Перспективними напівфабрикатами є плодоовочеві пюре і пасти, які широко використовують у кондитерській промисловості.

Мета та завдання статті. Поліпшити споживні властивості фруктово-овочевих консервів.

Нами запропонована паста гарбузова з курагою, чорносливом, шоколадом.. Гарбуз містить біологічно активні речовини, які мають комплексну дію на організм людини. У його складі, %: сухих речовин – 7,2-13,2, редукуючих цукрів – 5,58-9,34, цукрози – 0,44-6,55, пектинових речовин – 0,22-0,44, клітковини – 1,20-4,48, мінеральних речовин – 0,51-1,46, аскорбінової кислоти – 1,85-3,34 мг%. Крім цього, цінними також є β -каротин (15-30 мг%), сполуки з Р – вітамінними властивостями і клітковина, яка відноситься до харчових волокон. Особливо цінною властивістю клітковини є всмоктування токсичних речовин, шлаків, слизу, радіонуклідів, нітратів. Паста на основі гарбуза готується з цукром, який підвищує її калорійність і тим самим обмежує застосування для деяких категорій людей (наприклад, хворих на цукровий діабет).

Виходячи з цього, нами розроблені пасти гарбузові з включенням кураги і порошку флаведо (шкірки апельсини); з чорносливом, цедрою лимона а також цукатами з гарбуза в поєднанні шоколаду. У її складі цінними є такі антиоксиданти, як аскорбінова кислота і β -каротин, а також зменшена частка цукру.

В сушеному абрикосі міститься близько 85 % цукру, вуглеводів, багато солей калію, близько 2,5 % органічних кислот (яблучна, лимонна, саліцилова, винна). Сушені абрикоси (курага) дуже корисні при захворюванні серцево-судинної системи і нирок, у них багато пектинових речовин, аскорбінової кислоти, вітаміну Р і групи В, РР, більше всього в них каротину, а також багаті мікроелементами (залізом, марганцем, молібденом, нікелем, титаном). Курага поліпшує травлення і діяльність серцево-судинної і сечогінної системи, лікує недокрів'я кривля, вживають при атеросклерозі.

Дуже високо ціняться лікувальні властивості шкірок апельсина, особливо завдяки пектиновим речовинам.

Чорнослив за поживними і дієтичними властивостями є дуже цінним продуктом переробки сливи. З вологістю 25 % він містить 49 % цукру, 1,71 % яблучної кислоти, до 2,5 % пектинових речовин, до 15 мг% вітаміну С та ряд інших цінних для споживання людини речовин. Споживання сливи понижує рівень холестерину у крові, виводить з організму залишки солей натрію. Чорнослив корисний для лікування гіпертонії і всіх серцево-судинних захворювань, а також у разі ниркової недостатності, добре очищує кишечник.

Цедра лимону містить майже в 3 рази більше вітаміну С ніж м'якоть.

Шоколад чорний включає не менше 45 % какао-продуктів, у тому числі какао терте, какао-масло, цукор-пісок, лецитин і ванілін.

У 100 г продукту міститься: білків – 4,1 г; жирів – 31,7 г; вуглеводів – 58,8 г; РР. – 0,84 мг%.

Основними компонентами шоколаду вважають вуглеводи і жири, шоколад швидко відновлює силу людини. Теобромін і кофеїн як алкалоїди, збуджують центральну нервову систему. Ця дія помірної кількості теоброміну виражається в пониженні втоми і підвищеної працездатності.

Технологічна схема приготування гарбузової пасти включає кілька операцій. Спочатку готують гарбузове пюре, яке потім перемішують з іншими компонентами, що входять у рецептуру. Отриману масу, попередньо підігріту до температури 50 °С, уварюють у роторному плівковому апараті (РПА) за температури (60...65) °С до вмісту сухих речовин 30 %. Далі отриману масу фасують за температурою

(85...90) °С, закупорюють, стерилізують, маркують. Використання невисоких температур під час уварювання (60...65) °С скорочує втрати біологічно цінних речовин [2,3,4].

Дегустаційну оцінку якості паст гарбузових з курагою, чорносливом, шоколадом проводили за 5-ти бальною шкалою на кафедрі товарознавства продовольчих товарів Львівської комерційної академії. Результати оцінки наведені у табл. 1, рис. 1.

Таблиця 1 – Результати дегустаційної оцінки

Зразки	Оцінка якості в розрізі показників, бали					Середня бальова оцінка
	колір	запах	смак	консистенція	гармонійність добавки	
Контроль	4,46±0,28	4,84±0,40	4,82±0,38	4,89±0,36	4,89±0,36	4,77±0,16
Паста гарбузова з «курагою»	4,99±0,03	4,83±0,31	4,87±0,30	4,87±0,30	4,94±0,14	4,88±0,05
Паста гарбузова з «чорносливом»	4,72±0,35	4,87±0,30	4,82±0,31	4,68±0,42	4,90±0,18	4,79±0,08
Паста гарбузова з «шоколадом»	4,73±0,36	4,83±0,31	4,82±0,30	4,73±0,55	4,82±0,31	4,79±0,05

Із таблиці 1 та рис. 1, видно, що найвищу середню бальову оцінку отримала паста гарбузова з «курагою», також експерти поставили досить високу середню бальову оцінку пасті гарбузовій з «чорносливом» та «шоколадом».

Середня бальова оцінка

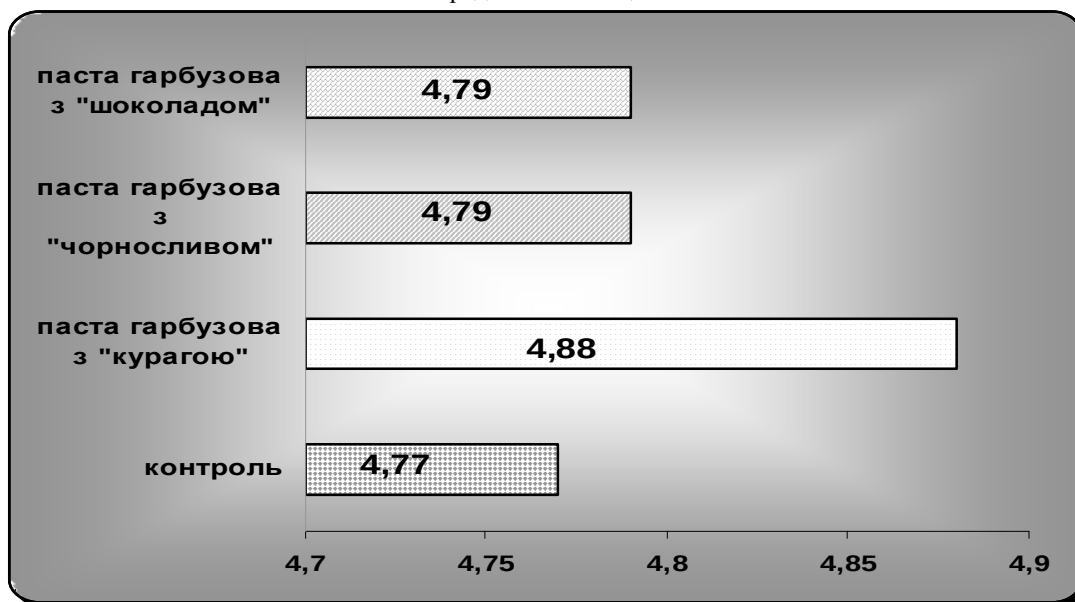


Рис. 1 – Співвідношення середньої бальної оцінки паст гарбузових, у балах

Дослідження хімічного складу продукту свідчить про вміст значної кількості аскорбінової кислоти, пектинів, а також β-каротинів (рис. 2). Завдяки цьому, паста гарбузова з курагою, чорносливом, шоколадом є не тільки високі харчові, але й лікувально-профілактичні властивості. Найвищий вміст аскорбінової кислоти, β-каротину притаманний пасті гарбузовій з курагою, чорносливом, а також високий вміст клітковини, пектинових речовин характерний для паст з шоколадом та курагою. Результати показників наведені у табл. 2, рис. 2; 2.1.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники паст з гарбуза

Найменування виробу	Аскорбінова кислота, мг %	β-каротин, мг %	Клітковина, %	Пектинові речовини, %
Паста гарбузова				
Контроль	1,29	0,29	1,2	0,44
з «курагою»	2,12	0,8	1,98	0,78
з «чорносливом»	3,34	0,66	1,23	0,46
з «шоколадом»	1,87	0,5	1,77	0,62

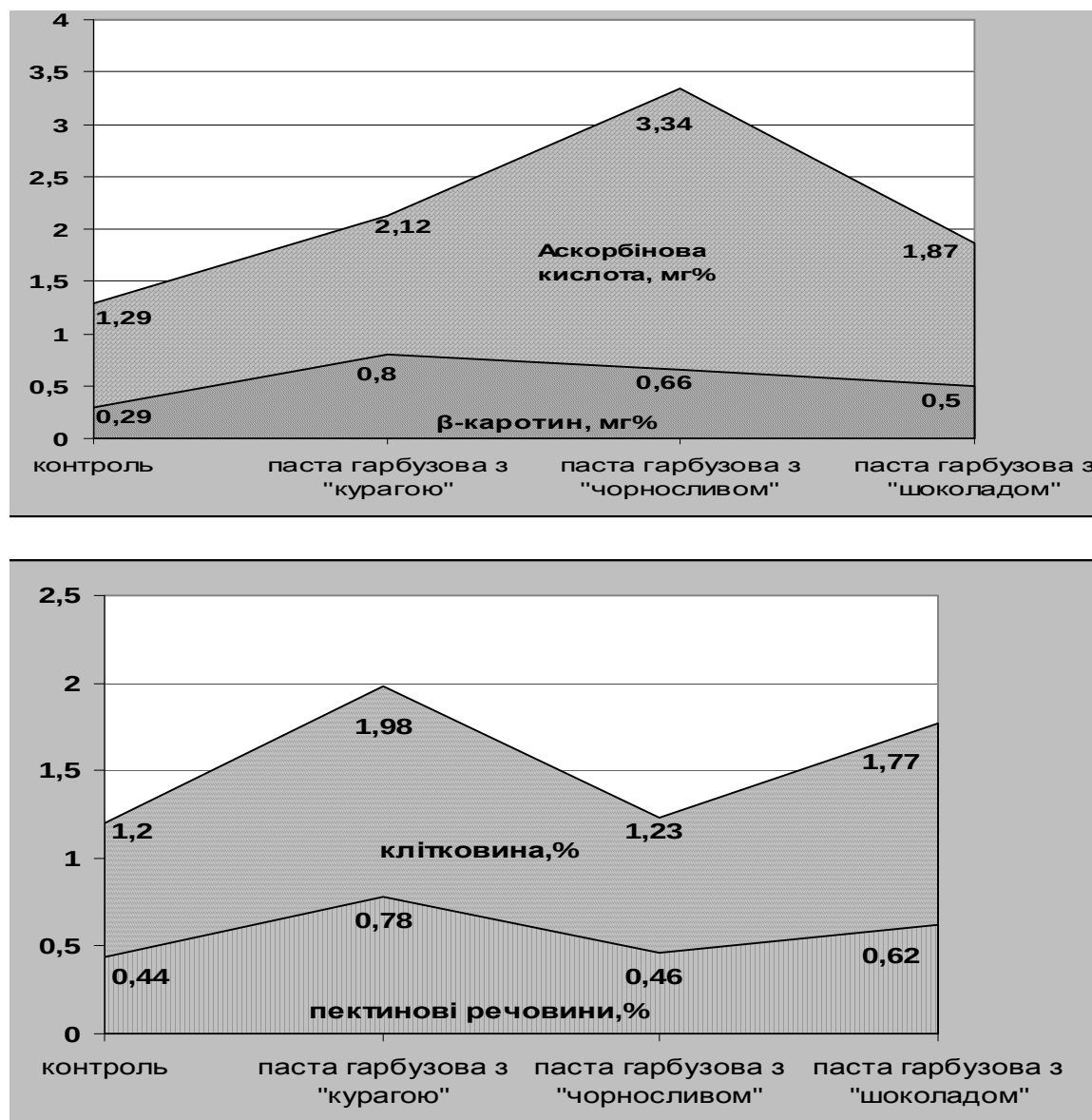


Рис. 2 – Показники хімічного складу у пастах гарбузових, у мг %

Із результатів досліджень досить велику кількість аскорбінової кислоти має паста гарбузова з чорносливом завдяки цедрі лимона, яка входить в рецептуру пасты. За вмістом β-каротину, клітковини, пектинових речовин переважає паста гарбузова з курагою.

Нові пасты гарбузові з курагою, чорносливом, шоколадом мають підвищену харчову цінність та профілактичну властивість.

Розроблені нові продукти виділяються високою харчовою та біологічною цінністю, а готові продукти відповідають сучасним вимогам екології харчових продуктів[1].

За результатами мікробіологічних досліджень встановлено, що всі проби за вмістом МАіФАМ і наявності БГКП, стафілокока, сальмонел, пліснявих грибів і дріжджів відповідають вимогам діючої нормативної документації.

Висновки. Розроблений новий продукт має високу харчову та біологічну цінність, спосіб виробництва не є енергоємним, готовий продукт відповідає сучасним вимогам екології харчових продуктів[1].

На основі проведених досліджень вважаємо за доцільне використання пасты гарбузової з курагою, чорносливом, шоколадом в рецептурах різноманітних кондитерських виробів і як самостійний харчовий продукт.

Література

1. Збірник технологічних інструкцій по виробництву консервів. Т 2. – М. "Харчова промисловість", 1977. – С. 328-343.
2. Деклараційний патент №34968А Україна, МПК А23L 1/05. Паста гарбузова/ Філь М.І., Сирохман І.В., Рудавська М.В. (Україна). – №200804702; заявл. 11.04.2008; опубл. 26.08.2008, Бюл. №16
3. Деклараційний патент №35280А Україна, МПК А23L 1/05. Паста гарбузова/ Філь М.І., Коробова О.В., Сирохман І.В.,... (Україна). – №2008 04703; заявл. 11.04.2008; опубл. 10.09.2008, Бюл. №17
4. Деклараційний патент №34967А Україна, МПК А23L 1/05. Паста гарбузова/ Філь М.І., Сирохман І.В., Рудавська М.І. (Україна). – №2008 04701; заявл. 11.04.2008; опубл. 26.08.2008, Бюл. №16

УДК 665.52

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФРАКЦІЙНОЇ РОЗГОНКИ ЕФІРНИХ ОЛІЙ

Українець А.І., д-р техн. наук, Фролова Н.Е., канд. техн. наук
Національний університет харчових технологій м. Київ

У цій статті ми пропонуємо теоретичні підходи до розрахунку основних параметрів переробки ефірних олій фракційною розгонкою на насадковій колоні ректифікаційної установки з метою отримання стабільних натуральних ароматизаторів для харчової промисловості.

In this article we offer theoretical approaches to calculation of key parameters of processing by fractional separation on the column of the rectification installations for the purpose of obtaining stable natural flavouring substances for the food-processing industry.

Ключові слова: ефірні олії, бінарні системи, вакуумне фракціонування, тиск, температура, число теоретичних тарілок, флегмове число, леткість.

Джерелом натурального аромату є природні композиції, в тому числі ефірні олії. Ефірні олії – це суміші пахучих речовин, що містяться в рослинах в концентрованому вигляді. Їхня ароматичність в 100 разів перевищує аромат самої рослини, складаючи при цьому всього (0,05...2) % сухої маси [1].

Проблема широкого використання ефірних олій в харчових технологіях полягає в відчутній зміні ароматичних характеристик залежно від кліматичних умов, місця вирощування, заготівлі, зберігання ефіроолійних рослин. Значний вплив на ароматичні властивості ефірних олій виявляють процеси окислення, що набувають значної швидкості при тривалому зберіганні продукції. Разом з цим природні носії аромату дуже чутливі до нагрівання, що й обумовлює введення їх в харчову основу на останніх стадіях виробництва. Контроль їхньої якості інструментальними способами часто дає неоднозначні результати.

Відчутне зниження інтенсивності аромату, його "чистоти" вимагає виробників збільшувати рецептурну кількість ефірних олій, що не завжди корисно для споживчої якості харчового продукту, а також підвищує його собівартість.

У наукових установах світу приділяється значна увага пошуку раціональних джерел натурального аромату, опрацьовуються різні способи переробки ефірних олій в високоефективні стабільні ароматизатори [2,3]. Серед досліджуваних способів, а саме ректифікація на колонках з високим і середнім вакуумом, селективна адсорбція, фракційне екстрагування, фракційна конденсація, зручним і вигідним способом переробки ефірних олій в стабільні ароматизатори, визнається фракційна перегонка на ректифікаційній колонці.

Загалом, перегонкою називається процес розділення суміші, яка складається з двох або більше компонентів [4]. Процес перегонки базується на тому, що компоненти складної суміші володіють різною леткістю, тобто при одній і тій же температурі мають різну пружність пари. Якщо суміш компонентів нагріти до кипіння, то компонент, пружність пари якого більша (більш леткий) буде переходити в парову фазу у відносно більшій кількості. Це приводить до збагачення парової фази більш летким компонентом. Збагачена пара конденсується і отримується рідина (дистилат) з тим же компонентним складом, що і пара.

В разі багаторазового повторення процесів випарювання та конденсації, за якими дистилат кожного разу стає вихідним матеріалом для наступного процесу, проходить конденсація навіть низько киплячих компонентів. Цим досягається практично повне розділення суміші на окремі компоненти (фракції). На процесах багаторазової перегонки базується метод фракційної розгонки.

У медицині, парфумерно-косметичній промисловості фракційною розгонкою з ефірної олії виділяють один або декілька компонентів, з яких методом хімічного синтезу отримують інші речовини. Наприклад, коріандр містить близько 60 % ліналоолу, який має квітковий запах, подібний конвалії. В процесі хімічного окислення ліналоолу отримують цитраль або гераніол, запах яких нагадує троянду [5].

Нами було зібрано і проаналізовано матеріали вітчизняних й закордонних дослідників щодо використання фракційної розгонки при переробленні ефірних олій в стабільні продукти для різного використання.

Фракційною розгонкою з цитрусової ефірної олії виділяють лімоненну фракцію; з коріандрової – гераніол, з лавандової – ліналілацетат. З метою очищення ефірної олії від легко окислювальних компонентів відокремлюють терпенові фракції [6,7].

Ефірну олію італійського мандарину фракціонують розгонкою на колонці (30x2,5 см) з отриманням 4 фракцій – монотерпени зі спряженими зв'язками, монотерпени з неспряженими зв'язками, кисневмісні речовини у суміші з терпенами та азотовмісні речовини. Найбільш нестійка фракція – монотерпени зі спряженими зв'язками видалялася, а решту використовували як стійкий ароматизатор із запахом апельсину [7].

Розроблений спосіб виділення основного компонента ефірної олії ісопа зеравшанського пінокамфона методом вакуумної фракційної перегонки [2].

Спосіб переробки ефірної олії фенхелю ректифікацією передбачає спочатку її омилення розчином гідроксиду натрію та розділення омиленої олії вакуумною ректифікацією на вуглеводну – фенхонну, проміжну і анетольну фракції. До складу проміжної фракції входять вуглеводні – фенхон, метилхавікол, анетол та інші сполуки. Проміжну фракцію повторно ректифікують при залишковому тиску та температурі 140 °С. При цьому виділяють (40...65) % метилхавіколу, (3...20) % трансанетолу, до 0,6 % фенхону. Отримані фракції ефірної олії використовуються як ароматичні носії [8].

Фракційна розгонка геранієвої олії дозволяє виділити три фракції [9]. Перша, терпенова фракція, містить 50 % терпенових вуглеводнів, (18...20) % розексиду, який володіє характерним геранієвим запахом, 17 % ментону і ізоментону, які мають аромат м'яти та герані. Друга фракція – карбонільно-оксидна – складається з 25 % терпенових вуглеводнів, 30 % розексиду, 25 % ментону і ізоментону, а також 20 % ліналоолу, що має запах конвалії. До складу карбонільної (третьої) фракції входять 10 % терпенових вуглеводнів, 10 % розексиду, (40...50) % ментону і ізоментону, (10...20) % ліналоолу, гераніол і цитронеллол, якому характерний аромат троянди. Карбонільну фракцію продовжують ректифікувати під вакуумом з метою виділення оксиду ізоментона, який погіршує ароматичні властивості даної фракції. Умови виділення цих фракцій наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Умови фракціонування геранієвої олії

Номер фракції	Температура, °С	Залишковий тиск, мм рт. ст	Швидкість відгонки, кг/год
Фракція 1	50...70	20	6...7
Фракція 2	70...105	10...7	8...9
Фракція 3	105...110	7...4	9...10
Оксид ізоментона (кубовий залишок)	–	–	–

Із наведеного огляду стає очевидним той факт, що фракційна розгонка ефірних олій – складний, багатоетапний процес. До того ж ефірні олії у своєму складі мають як низькокиплячі (легколеткі) компоненти з високим парціальним тиском, так і висококиплячі (важколеткі) з низьким парціальним тиском, що значно ускладнює їхнє ефективне фракціонування.

Рациональне проведення такого процесу вимагає вдосконаленого апаратурного забезпечення, встановленого на основі попередніх теоретичних розрахунків ефективних параметрів виділення фракцій, проведення газохроматографічного аналізу.

Незважаючи на вітчизняний і особливо закордонний досвід фракційної перегонки ефірних олій, в першу чергу для косметично-парфумерної промисловості, питання встановлення орієнтовних і далі робочих режимів фракційної розгонки на ректифікаційній колоні в науковій літературі висвітлено недостатньо.

Виходячи з цього, нами було розроблено теоретичні підходи до розрахунку основних параметрів перероблення ефірних олій фракційною розгонкою на ректифікаційній колоні. В цій статті вони представлені на прикладі ефірної олії м'яти котячої.

М'ята котяча (*Nepeta sp. L.*) – перспективна лікарська, пряно-ароматична і ефіроолійна культура півдня України. І трава й ефірна олія цінуються у харчовій промисловості. У надземній частині рослини міститься (0,4...0,6) % ефірної олії. Максимальний вихід ефірної олії спостерігається в період масового цвітіння. Аромат ефірної олії – трав'янисто-лимонний. До складу ефірної олії входять 35 компонентів. Го-

ловними є цитронелол, гераніол, нерол. Ефірна олія використовується в багатьох країнах світу в медицині, оскільки проявляє високу антимікробну активність; в харчовій промисловості – для ароматизації продуктів харчування та виготовлення спецій [10].

Хроматограму ефірної олії м'яти котячої та мас-спектри компонентів отримували на хромато-мас-спектрометрі «HP 5985 A Series» (Хьюлетт – Пакард, США) з використанням кварцової капілярної колонки HP 20m × 25m × 0,3mm × 0,3 мкм і скляної капілярної колонки HP ОУ 101 25m × 0,3 мм. Температура термостата з кварцовою колонкою програмувалась від 60 °C (2хв в ізотермі) до 180 °C при швидкості нагріву 6 °C/ хв. Температура інжектора, сепаратора і перехідної стрічки в мас-спектрі складала 200 °C. Температура термостата при роботі зі скляною колонкою програмувалась від 80 °C (5 хв. в ізотермі) до 210 °C зі швидкістю нагріву 5 °C/хв. Температура інжектора, сепаратора і перехідної стрічки були відповідно 230 °C, 210 °C, 210 °C. Тиск на вході колонки – 0,1 МПа. Об'єм проби – 0,05 мкл. (рис. 1).

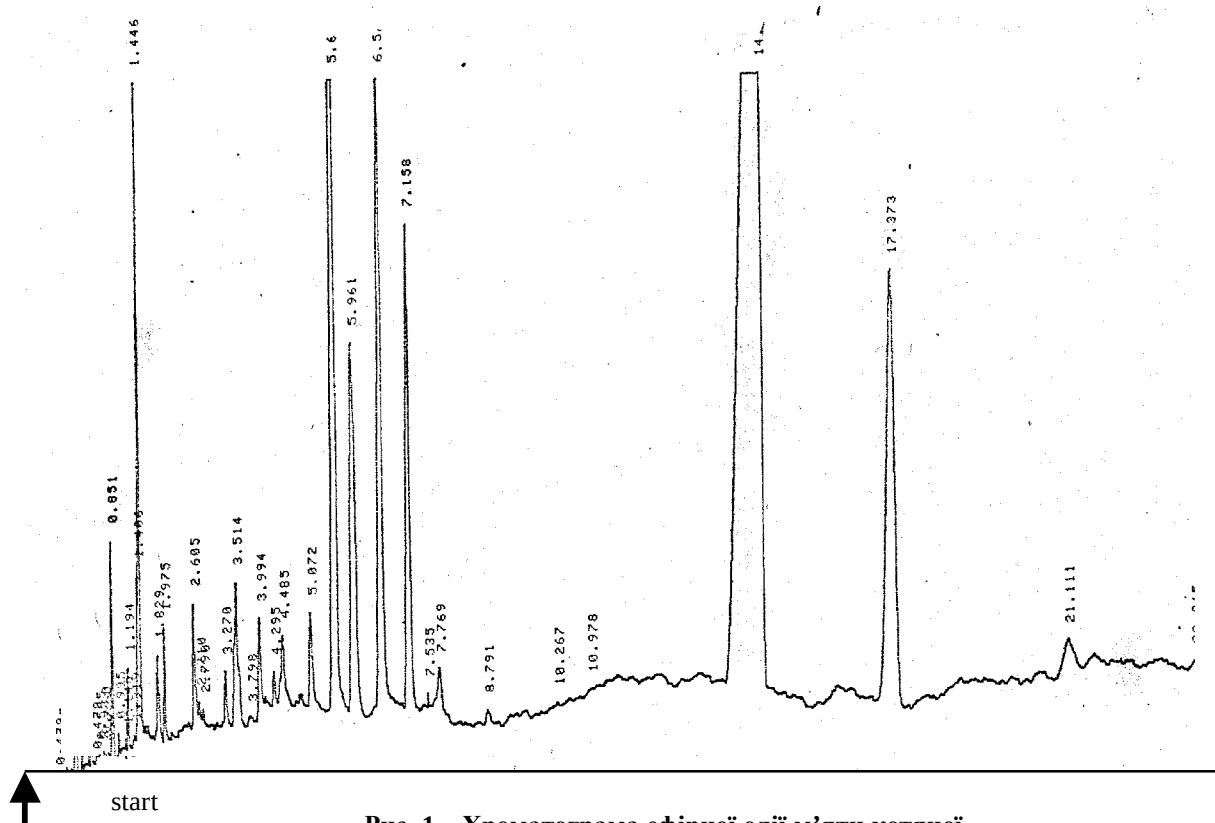


Рис. 1 – Хроматограма ефірної олії м'яти котячої

Для ідентифікації компонентів використовували метод індексів утримування, а також метод чистих індивідуальних речовин і сумішей відомого хімічного складу. Кількісні співвідношення компонентів ефірної олії м'яти котячої розраховувалися методом внутрішньої нормалізації [11]. В таблиці 2 наведено якісний і кількісний склад ефірної олії м'яти котячої.

Таблиця 2 – Якісний і кількісний склад ефірної олії м'яти котячої

Компонент	Вміст в ефірній олії	Компонент	Вміст в ефірній олії
α -пінен	1,14	l-борнеол	1,13
камфен	0,68	цитраль	10,76
мірцен	1,41	нерол	2,84
лімонен	1,16	цитронеллол	40,65
цінеол	1,82	гераніол	20,20
ліналоол	1,75	геранілацетат	4,65
p-цимол	1,15	Інші	6,55
d-камфора	1,28		

Отримані дані дозволили з'ясувати складові аромату ефірної олії, а саме: основна ароматична група до якої входять цитронеллол, нерол, гераніол, геранілацетат з квітковим ароматом; цитраль, який посилює мускатні відтінки; α – пінен, камфен, цінеол із запахом подібним до запаху смоли, лісу; ліналоол, що нагадує аромат лаванди; мірцен, лімонен, п-цимол вносять лимонний тон, α d-камфора, l-борнеол мають запах камфори.

Розроблення теоретичних передумов розгонки ефірної олії (залишковий тиск, температурні режими, число теоретичних тарілок, флегмове число) здійснювалося за законами перегонки [4] та даними кількісного складу.

Дані компонентного складу (табл. 2) засвідчили багатокомпонентність ефірної олії м'яти котячої і дали підставу розглядати її як суму бінарних систем відповідних ключових компонентів: цінеол – ліналоол, ліналоол – цитраль, цитраль – нерол+цитронеллол, цитронеллол – гераніол.

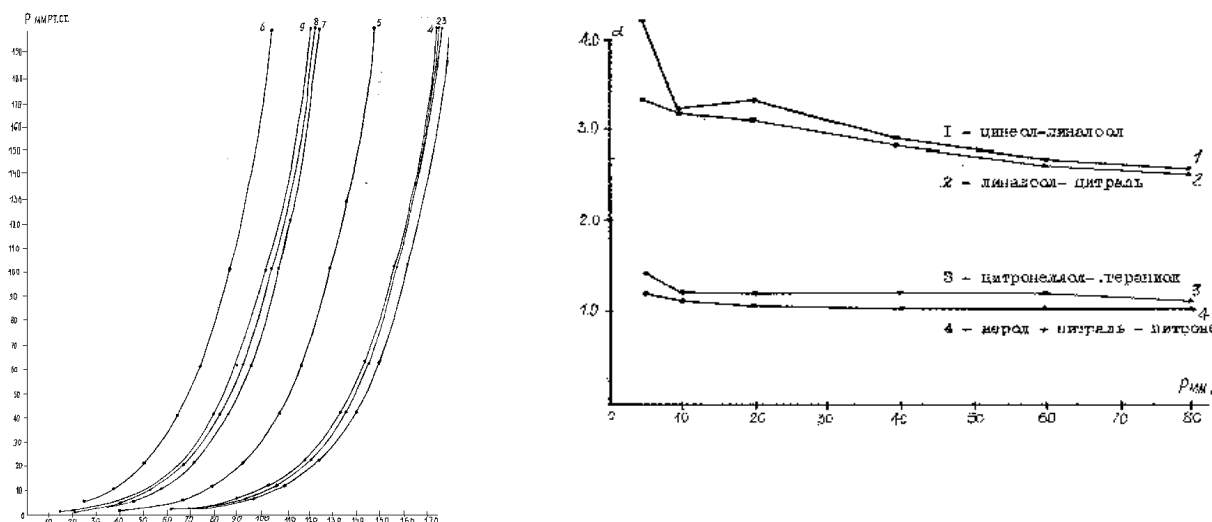
Означений підхід дозволяє використати метод ключових компонентів і теоретично розрахувати орієнтовні параметри розгонки для отримання фракцій із максимально можливим збагаченням найбільш летким компонентом.

Для визначення оптимального тиску фракціонування було розглянуто криву залежності рівноважного тиску парів від температури (рис. 2).

За температури конденсату 100 °С встановлено, що найбільш леткі терпенові вуглеводні, а саме до цінеолу включно, максимально збагачують парову фазу за тиском 20 мм рт. ст. Визначення значень робочих тисків для компонентів після цінеолу здійснювали за даними відносних леткостей α , розрахованих за формулою 1.

$$\alpha = \frac{X(1-Y)}{Y(1+X)}, \quad (1)$$

де Y – вміст компоненту в парі, мол. %; X – вміст компоненту в рідині, мол. %;
Дані X і Y вибиралися за таблицею рівноваги парів і рідини бінарних систем [12].



1 – гераніол, 2 – нерол, 3 – цитраль,
4 – цитронеллол, 5 – ліналоол, 6 – цінеол

Рис. 2 – Залежність рівноважного тиску парів від температури

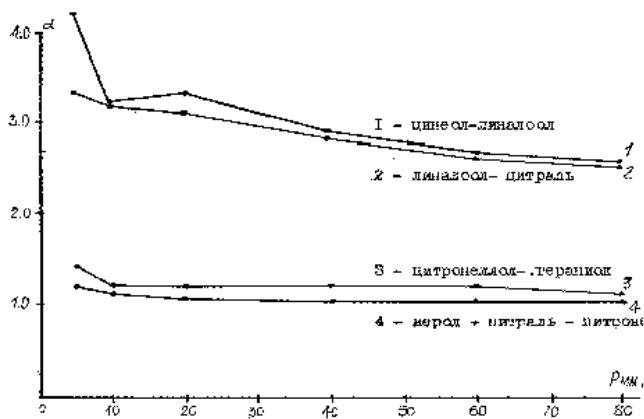


Рис. 3 – Залежність відносної леткості α від тиску P, мм рт. ст.

Будували графік залежності відносної леткості α від тиску P, мм рт. ст. (рис. 3) та вибирали значення тисків, за якими α має найбільше значення, і за якими можна очікувати найкраще розділення. Вибрані значення корегували таким чином, щоб температури конденсації найбільш летких компонентів при вибраних холодоагентах не перевищували допустимого рівня.

Дослідженнями було встановлено, для систем цінеол – ліналоол та ліналоол – витраль, що їх робочі тиски повинні знаходитися в межах 10 мм рт. ст. Для систем цитраль – нерол+цитронеллол, цитронеллол – гераніол збагачення парової фази доцільно проводити за тиском близько 5 мм рт. ст.

Інтервали робочих температур для кожної бінарної системи суміші встановлювали за довідковими таблицями [12,13].

Теоретично обґрунтовані значення параметрів розділення бінарних систем ефірної олії м'яти котячої представлено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Параметри розділення бінарних систем суміші ефірної олії м'яти котячої

Бінарна система	Тиск, мм рт. ст.	Межі температур, °C	Відносна леткість, α
Цінеол – ліналоол	10/1,32 М па	54,5 ... 79,5	3,45
Ліналоол – цитраль	10	79,5... 94,5	3,3
Цитраль – нерол+цитронеллол	5	94,5...104	1,36
Цитронеллол – гераніол	5	94,5...104	1,32

Для ефективного проведення фракційної розгонки, доцільно знати ступінь розділення $n_{\min}$, значення якого не повинно бути більше числа теоретичних тарілок ректифікаційної колони. Тому, для кожної бінарної системи ефірної олії визначали $n_{\min}$, користуючись при цьому рівнянням Кенске за формулою (2) [14].

$$n_{\min} = \frac{\lg \frac{X_D \cdot (100 - X_B)}{X_B \cdot (100 - X_D)}}{\lg \alpha}, \quad (2)$$

де X_D – концентрація найбільш летких компонентів у дистилаті, моль %; X_B – концентрація найбільш летких компонентів у вихідній суміші, моль %.

Аналіз проведених розрахунків засвідчив, що в умовах реального експерименту для двох перших бінарних систем високий ступінь збагачення дистилату найбільш летким компонентом може бути досягнутий навіть при невеликому вмісті цього компонента у вихідній суміші. Для систем цитраль – нерол+цитронеллол, цитронеллол – гераніол такий результат можна досягти лише при значному їхньому вмісті у вихідній суміші.

Навантаження ректифікаційної колони по парі й рідині визначаються значенням флегмового числа. Флегмове число V – це відношення кількості флегми до кількості дистилату. Воно може перебувати в інтервалі від $V_{\min}$ до ∞ . При $V_{\min}$ можна одержати максимальну кількість дистилату, але число тарілок колони стає нескінченно великим. Якщо V дорівнюватиме нескінченності, то вийде, що колона працює сама на себе. Збільшення флегмового числа від $V_{\min}$ дозволяє проводити робочий процес на колоні з кінцевим числом теоретичних тарілок.

Значення $V_{\min}$ для кожної бінарної системи ефірної олії розраховували за формулою (3) [14].

$$V_{\min} = \frac{X_D}{Y} - 1, \quad (3)$$

де X_D – концентрація компонентів бінарної суміші в дистилаті, моль %; Y – концентрація компонентів бінарної суміші в парі, моль %.

Діапазон робочих флегмових чисел $V_{\text{роб}}$ на початок і кінець розгонки окремої бінарної системи визначали за залежностями флегмових чисел V від числа ступенів розділення n . Такі залежності встановлювали графічним методом Мак-Кеба-Тиле із рівноважних кривих для ключових компонентів (рис. 4, 5).

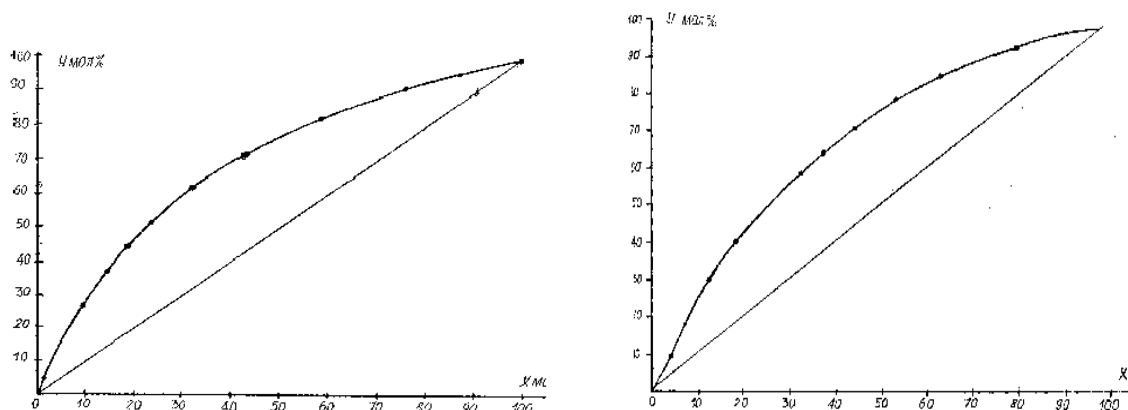


**Рис 4, 5 – Криві рівноваги ліналоол – цитраль (P =10 мм рт. ст.),
цитронеллол – гераніол (P = 5 мм рт. ст)**

Для отримання значення U , на кривій рівноваги будували робочу лінію, що перетинає саму лінію в точці з абсцисою X_B , а її діагональ в точці з абсцисою X_D . Значення U отримували продовженням робочої лінії до перетину з віссю ординат.

Для встановлення значення ступеню розділення n реальної багатокомпонентної системи ефірної олії м'яти котячої на колонці з заданим числом теоретичних тарілок N знаходили $V_{роб}$ за формулою 4, виходячи з різних концентрацій компонентів дистилляту.

$$\dot{O} = \frac{X_{\dot{A}}}{V_{\dot{A}} + 1}, \quad (4)$$

За отриманими даними будували графік залежності значень $V_{роб}$ від числа ступенів розділення n , який використовували для визначення інтервалу флегмових чисел для початку – $V_{1роб}$ та кінця процесу розгонки – $V_{2роб}$.

Зведені значення теоретично встановлених режимів розгонки бінарних систем ефірної олії м'яти котячої представлено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Режими розгонки бінарних систем ефірної олії м'яти котячої

№ фракції	Температура розгонки, °C	Тиск, мм рт. ст.	Число теор. тарілок, n	$V_{роб}$
Цінеол – ліналоол.	67...94	10	16,1	20
Ліналоол – цитраль	94...104	5	3,1	7,0
Цитраль+нерол – цитронеллол	94...104	5	10,8	20
Цитронеллол – гераніол (кубовий залишок)	-	5	-	-

Результати теоретичних досліджень режимів розгонки бінарних систем ефірної олії м'яти котячої лягли в основу відпрацювання практичних режимів фракціонування ефірної олії м'яти котячої в технології натуральних харчових ароматизаторів. Практичне фракціонування ефірної олії м'яти котячої проводили на стендовій установці з автоматичним регулюванням параметрів процесу.

Висновки. Розроблені теоретичні підходи до розрахунку основних параметрів перероблення ефірних олій фракційною розгонкою на насадковій колоні ректифікаційної установки дозволяють раціонально і ефективно здійснювати отримання стабільних натуральних ароматизаторів для харчової промисловості.

Література

1. Вольфганг Стикс. В царстве запахов. Эфирные масла и их действие / Вольфганг Стикс, Улла Вайгершторфер [пер. с нем.]. – М.: Турбо-принт, 1996. – 127 с.
2. Шарапов Ф. С. Эфирное масло иссопа зеравшанского и его сорбция на бентонитовых глинах : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. хим. наук /Ин-т химии АН Респ Таджикистан / Шарапов Ф. С. – Душанбе, 2002. – 21 с.
3. Исследование ароматических веществ. (Aromastoffen auf der Spur) / Volke // UNI Mag. – 1999. – № 1,2, – р. 16 – 19.
4. Технологія спирту / [В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л.Шиян та ін.]; під ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця: "Поділля – 2000", 2003. – 496 с.
5. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ: / И.И. Сидоров, Н.А. Турышева, Л.П. Фалеева, Е.И. Ясюкевич. – М.: Лег. и пищ. пром-ть, 1984. – 368 с.
6. Способ очистки эфирных масел, содержащих в качестве основных компонентов гераниол и нерол.// Патент России № 1825372, C11 В 9/02. – 1999.
7. А.с. № 1 WO, МПК⁷ A23 L1/222, A23 L2/00. Способ стабилизации аромата / Marcos Campos, Pery O'Reilly, Elizabeth Rosemary (WO). – опубл. 1998.
8. Способ переработки фенхелевого эфирного масла ректификацией.// Патент России № 2133767, 2000.
9. Способ переработки гераниевого масла.// Патент России № 761551, C11 В 9/02, 1989.
10. Идентификация компонентов эфирного масла непеты лимонной /Замуреенко В. А., Ключев Н. А., Мумладзе М. Г. и др // Изв. ТСХА. – 1980. – № 5. – С. 167 – 169.
11. Розроблення методики газохроматографічного аналізу ефірних олій на капілярних колонках / Н.Е. Фролова, В.О. Усенко, Н.В. Чепель, Т.В. Кубрак // Харчова промисловість. – 2004. – № 3. – С. 82 – 84.
12. Коган В.Б. Равновесие между жидкостью и паром / Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В. – Л.: "Наука", 1996. – 645, [1]с 732, [2].
13. Александров И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. – М.: Химия, 1978. – 277 с.
14. Анипко О.Б. Теплопередача в аппаратах химической технологии: навч. посібник / Анипко О.Б., Капустенко П.А., Товажнянский Л.Л. – Х.: НТУ "ХП", 2002. – 152 с.

УДК 66-935.4:665.662.2

РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДБІЛЬНОЇ ГЛИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ОЛІЇ

Романовська Т.І., канд. техн. наук, доцент, Романовський І.Я. д-р техн. наук, професор
Національний університет харчових технологій, Київ,
Київський національний торговельно-економічний університет

Проаналізовано шляхи регенерації відбілюючої глини на олієжирових підприємствах.

Ways of regeneration of a sorbent at the fatty enterprises are analysed.

Ключові слова: відбілююча глина, регенерація, жир.

Пошук шляхів переробки відбілюючої глини з метою зменшення втрат олії з відходами актуальний, оскільки утилізація на звалищах забруднює довкілля. Відпрацьована відбілююча глина є відходом, що накопичується після рафінації олій та жирів. Рафінація олії включає адсорбційне вилучення пігментів відбілюючою глиною. Витрата відбілюючої глини для сорбційного очищення олії становить 0,2 % мас. до маси переробленої олії. Щорічно на олієпереробному заводі продуктивністю 100 т/добу олії накопичується близько 80 т відпрацьованої глини з олійністю понад 20 %. У спекотний період року такі відходи можуть самозайматись, самоспалахувати, тліти, виділяти неприємний запах згірлого окисленого жиру. Відпрацьовану відбілюючу глину можна добавляти у корм для тварин чи птахів, а також як добриво для ґрунтів, але ці шляхи утилізації глини нині не використовують.

Головним завданням адсорбційної рафінації є видалення забарвлюючих речовин, які містяться в жирах та оліях, зокрема тих, що не були видалені під час попереднього очищення, зокрема у сірчаноокислій або лужній рафінації. Забарвлюючі речовини, що містяться в оліях, можна розділити на три групи:

- речовини, що знаходяться разом з олією в жировмісних клітинах і які переходять в олію в незмінному вигляді;

- група речовин, що змінює склад й забарвлення в процесі добування олії;

- забарвлюючі речовини, що утворилися в процесі олієдобування під впливом нагрівання, вологи тощо.

Основну групу забарвлюючих речовин рослинних олій представляють хлорофіли й каротиноїди, а бавовняної олії – також госипол та його похідні. Поряд із забарвлюючими речовинами в процесі відбілювання видаляються й інші домішки, що знаходяться в жирах, наприклад слиз, білки, фосфатиди, метали, каталізаторів тощо. Невелика кількість мила, що залишилася в олії після лужної рафінації, також може бути видалена адсорбцією.

Жовті й червоні відтінки забарвлення олій залежать від присутності в них каротиноїдів: є червоний каротин ($C_{40}H_{56}$), жовтий ксантофіл ($C_{40}H_{56}O_2$). Зелені відтінки зумовлюються присутністю хлорофілів ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ та $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$). Чорна бавовняна олія містить жовту фенолоподібну речовину госипол ($C_{30}H_{30}O_8$) й його аналоги й похідні, зокрема продукти окислення, з яких деякі, наприклад госикаерулін, мають дуже темне забарвлення. Деякі з похідних госиполу виникають під час видалення олії з насіння. З білками, амінокислотами й фосфатидами госипол дає темнозабарвлені сполуки. Каротиноїди присутні в оліях в дуже невеликій кількості. Будучи сильно ненасиченими речовинами, вони легко окислюються, знебарвлюючись при цьому. Концентрована сірчана кислота реагує з ними, осмолюючи й виводячи їх з олії. Через обробку олій адсорбентами або через контакт з милом каротиноїди в деякій мірі поглинаються ними. З лугами в даних умовах каротиноїди не реагують. Через дію водню вони переходять в насичені речовини й знебарвлюються.

Хлорофіли під впливом сірчаної кислоти проходять ряд змін і вкінці руйнуються. Вони частково поглинаються милом й адсорбентами, але значно складніше, ніж каротиноїди. Тільки високоактивні відбілюючі землі й активоване вугілля поглинають їх достатньо сильно.

Відомо, що відбілююча глина (відбілююча земля) є катіонітом, отже може бути активована обробкою кислоти, зокрема мінеральною. Серед мінеральних кислот найпридатнішою є сірчана кислота, оскільки вона є нелеткою.

Мета роботи: порівняти такі способи регенерації як обробка гексаном та сірчаною кислотою. Порівнювали сорбційну ємність регенованих вказаними способами відбілюючих глин, обробляючи ними соєву олію.

Відпрацьовану відбілюючу глину, якою рафінували соняшникову олію, одержували із заводу відразу ж після рафінації та фільтрування. Зберігання глини проводили у холодильнику за температури 4 °С. Обробку глини гексаном проводили протягом 16 год у апараті Сокслета неперервно, нагріваючи розчинник так щоб за годину проходило не менше восьми зливань екстракту у приймальну колбу. Глину після

екстрагування висушували за температури 105 °С до постійної маси. Обробку глини 10 % розчином сірчаної кислоти проводили впродовж 430 хв, періодично перемішуючи, у колбах, закритих повітряними холодильниками і занурених у термостатовану водяну баню з температурою (20 і 100) °С. Після кислотної обробки глину промивали дистильованою водою до нейтрального рН промивної води та висушували за температури 105 °С до постійної маси. Висушені зразки регенованих глин використовували для сорбційної рафінації соєвої олії. Проводили рафінацію глиною, яку брали 0,2 % до маси олії, за температури 95 °С протягом 30 хв. Далі зразки олій відфільтровували та визначали спектрофотометричні характеристики кожної олії. Кожний дослід повторювали тричі. Отримані результати обробляли методами математичної статистики.

Жир, отриманий екстракцією з відбілюючої глини, дослідили на наявність пігментів. На рис. 1 подано спектрофотометричну характеристику жиру, вилученого вичерпним екстрагуванням гексаном у апараті Сокслета. Екстракційний жир має максимум поглинання світла з довжиною хвилі 390 нм. Це може свідчити про наявність у ньому токоферолів, які мають забарвлення та проявляють вітамінну дію на організм.

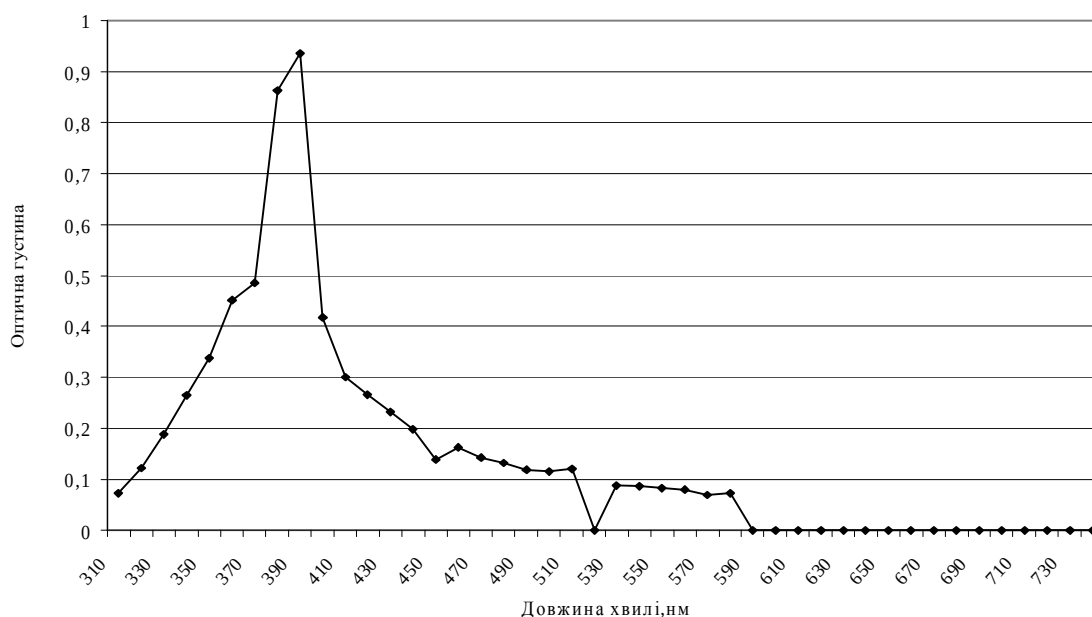


Рис. 1 – Спектрофотометрична характеристика жиру, вилученого з відбілюючої глини екстрагуванням гексаном

Отриманий жир проаналізували на вміст вільних жирних кислот та сполук перекисного окислення ліпідів та отримані дані представили у табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники жиру, екстрагованого гексаном з відпрацьованої відбілюючої глини

Показник	Значення показника для жиру	
	з глини	за СОУ 15.4-37-210:2004
Показник заломлення	1,470	
Кислотне число, мг КОН / г	41,53±2,80	5–30
Перекисне число, ммоль ½ О / кг	20,00±1,02	23–60

З даних табл. 1 слідує, що вміст вільних жирних кислот більший за показник, регламентований галузевим стандартом. Це означає, що гідроліз жиру, захопленого порами сорбенту, проходить інтенсивно. Можливо глина також сорбує й іони водню дисоційованої води.

Під час обробки глини кислотним розчином визначали кінетику накопичення розчинних екстрагованих речовин у кислотному екстракті за показником заломлення світла. Отримані дані, представлені на рис. 2, показали, що 120 хв достатньо для встановлення динамічної рівноваги вмісту екстрагованих розчинних речовин у розчині та глині та найкраще пройшов гідроліз екстрагування речовин з глини, обробленої лише кислотою.

Проводили рафінацію соєвої олії, використовуючи зразки регенованих глин, та визначали спектрофотометричні характеристики отриманих рафінованих олій, які представлено на рис. 3.

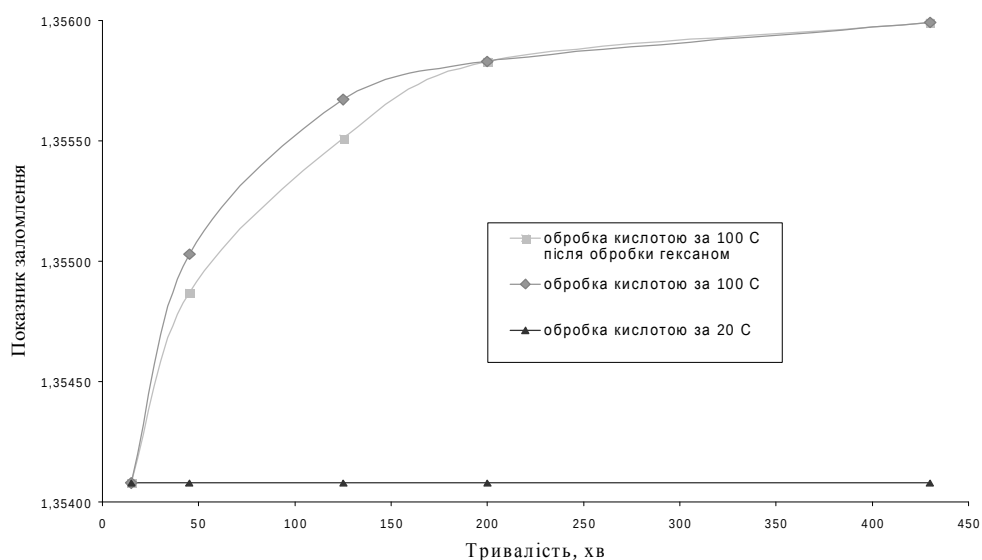


Рис. 2 – Кінетика накопичення екстрагованих розчинних речовин у кислотному екстракті з відпрацьованої відбілюючої глини

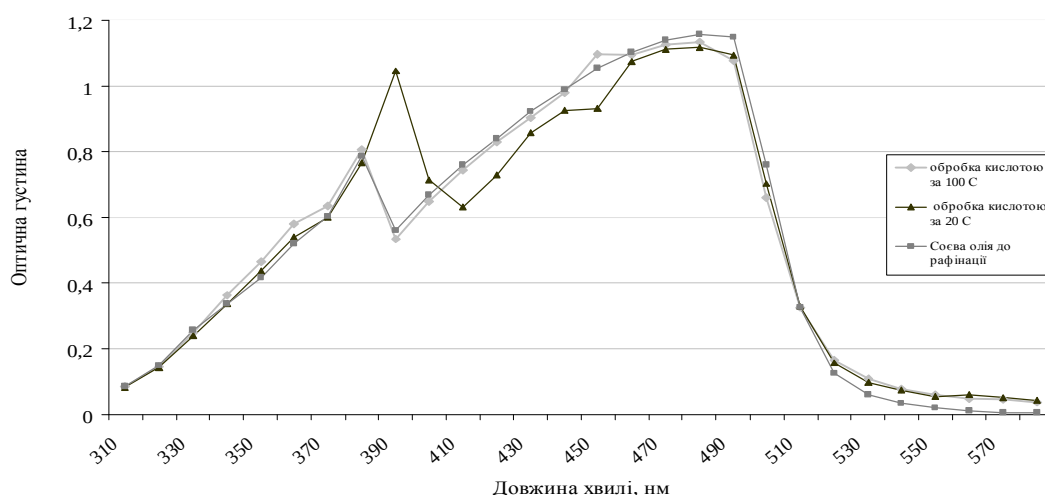


Рис. 3 – Спектрофотометрична характеристика олії, рафінованої глиною, регенованою кислотою

Виявлено, що регенована сірчаною кислотою за температури 20 °C відбілююча глина набула властивість сорбувати каротиноїди, оскільки поглинання світлових променів у діапазоні довжин хвиль (400–460) нм характерно саме для каротиноїдів. У вказаному діапазоні хвиль оптична густина рафінованої олії глиною, що оброблена кислотою за температури 20 °C, менша, за оптичну густину початкової олії. Сорбційна ємність відбілюючої глини до поглинання пігментів за обробки глини сірчаною кислотою за температури 100 °C незначна.

Висновки

Дослідження показали перспективність кислотної регенерації відпрацьованої відбілюючої глини. Сорбування каротиноїдів з олії відбувається глиною, регенованою сірчаною кислотою за температури 20 °C. Подальший пошук режимів регенерації відпрацьованої відбілюючої глини необхідно спрямувати на виявлення оптимальних екстрагентів пігментів з глини та розширити діапазон хімічних реагентів гідролізу ліпідів, затриманих глиною.

ВПЛИВ ВИХРОВОГО ШАРУ ФЕРОМАГНІТНИХ ЧАСТИНОК ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Капліна Т.В., канд. техн. наук, Положишникова Л.О., асистент
Полтавський університет споживчої кооперації, м. Полтава

Робота присвячена дослідженню впливу вихрового шару феромагнітних частинок електромагнітного поля (ВШФЧ+ЕМП) на показники якості олії соняшникової рафінованої дезодорованої, що використовується для приготування соусів емульсійного типу, емульсії для змащування хлібопекарських форм, для приготування комбінованих емульсій для пісочного печива. Визначено раціональний інтервал такого виду обробки, який не викликає зміни якісних показників олії. Встановлено вплив ВШФЧ+ЕМП на структурні показники соняшникової олії у залежності від тривалості обробки

Постановка проблеми у загальному вигляді. Удосконалення технологічних процесів виробництва харчової продукції пов'язано з вирішенням широкого кола завдань: зменшенням енерговитрат, інтенсифікацією стадій технологічного процесу, впровадженням новітнього обладнання, науково-технічних досягнень. З огляду на це перспективним є використання апаратів, які застосовують принцип ВШФЧ+ЕМП, що дозволяє значно прискорити хімічні та фізичні процеси, збільшити вихід продукції, підвищити її якісні показники.

Наявність у ВШФЧ+ЕМП інтенсивного перемішування, швидко перемінних за величиною та напрямком електромагнітних полів, акустичних коливань, а також високих локальних тисків, приводить до інтенсифікації процесів перемішування багатокомпонентних систем, диспергування фаз при отриманні золів, емульсій та суспензій [13].

Аналіз останніх публікацій вітчизняних вчених з даної проблеми [3,9,11] свідчить про широкі напрямки використання такої обробки (ВШФЧ+ЕМП) для інтенсифікації процесів отримання емульсій, що використовуються для змащення хлібопекарських форм; активації дріжджів; вилучення соку з ягід. Доведено позитивний вплив використання даного способу обробки на показники якості розробленої продукції, зміни жирнокислотного складу кукурудзяної олії та вершкового масла у залежності від тривалості обробки [10].

Мета та завдання статті. Метою досліджень було вивчення впливу ВШФЧ+ЕМП на фізико-хімічні показники олії соняшникової рафінованої дезодорованої, яка виступає в якості дисперсної фази при створенні емульсійних систем. Її якість обумовлює органолептичні та фізико-хімічні показники готової продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що при обробці компонентів у ВШФЧ+ЕМП у місцях співударяння феромагнітних частинок виникають тиски до тисячі МПа, збільшується вільна енергія. Питома міцність, яка підводиться до одиниці об'єму, досягає порядку 10^3 кВт/м³. Створюються умови для протікання фізичних та хімічних процесів, які можуть значно впливати на зміну хімічних та фізичних властивостей жирів [13]. У зв'язку з цим існувала необхідність дослідження фізико-хімічних змін, які відбуваються при застосуванні запропонованого способу обробки.

Об'єктами досліджень була олія соняшникова рафінована дезодорована торгової марки «Кама». В якості контролю використано олію соняшкову рафіновану дезодоровану без обробки, в якості дослідних зразків – олію, оброблену на РТ-2 та у ВШФЧ+ЕМП протягом (10..50) с з інтервалом 20 с. Критеріями впливу електрофізичного способу обробки виступали якісні показники олії: жирнокислотний склад, кислотне (КЧ), пероксидне (ПЧ), анізидинове число (АЧ), інтегральний показник якості (число "totox"), вміст транс-ізомерів та щільність олії. Ці показники визначали за стандартними методиками [1,4,5,6,7,8,14]. Результати проведених досліджень наведені у табл. 1-4 та рис. 1.

Аналіз отриманих даних свідчить, що жирнокислотний склад ліпідів соняшникової олії характеризувався вмістом насичених та ненасичених (мононенасичених і поліненасичених) жирних кислот. Їх кількість змінювалася в залежності від способу та тривалості оброблення у ВШФЧ+ЕМП. При цьому спостерігалось перегрупування частки жирних кислот. В кожній з груп були домінуючими певні жирні кислоти. Для насичених жирних кислот – це пальмітинова – (12,4920; 15,7856; 15,7473; 15,6429; 14,5629) %; стеаринова – (6,0930; 7,6623; 7,6516; 7,4982; 7,1526) % і бегенова – (1,2562; 1,6745; 1,6630; 1,5768 та 1,4727) % жирні кислоти.

Таблиця 1 – Зміна жирнокислотного складу олії соняшникової в залежності від тривалості оброблення у ВШФЧ+ЕМП, %

Найменування жирних кислот	Індекс жирної кислоти	Олія без оброблення (контроль)	Олія, оброблена на лабораторній мішалці	Вміст жирних кислот при тривалості оброблення у ВШФЧ+ ЕМП, с		
				10	30	50
Насичені						
Каприлова	C _{8:0}	-	0,0153	0,0142	0,0143	0,0181
Пеларгонова	C _{9:0}	0,0657	0,0703	0,0719	0,0689	0,0481
Капринова	C _{10:0}	0,0582	0,0640	0,0620	0,0469	0,0367
Ундецилова	C _{11:0}	0,0393	0,0145	0,0165	0,0125	0,0119
Лауринова	C _{12:0}	0,0277	0,0378	0,0383	0,0398	0,0327
Тридеканова	C _{13:0}	0,0428	0,0119	0,0118	0,0121	0,0126
Міристинова	C _{14:0}	0,1439	0,1734	0,1814	0,1634	0,1622
Ізоміристинова	C _{14:0}	-	-	-	-	0,0282
Пентадеканова	C _{15:0}	0,0197	0,0211	0,0240	0,0214	0,0434
Пальмітинова	C _{16:0}	12,4920	15,7856	15,7473	15,6429	14,5629
Маргарінова	C _{17:0}	0,0742	0,0768	0,0849	0,0923	0,1207
Стеаринова	C _{18:0}	6,0930	7,6613	7,6516	7,4982	7,1526
Арахінова	C _{20:0}	0,4923	0,8956	0,9199	0,8832	0,7118
Бегенова	C _{22:0}	1,2562	1,6745	1,6630	1,5768	1,4727
Лігноцеринова	C _{24:0}	0,3440	0,4535	0,5185	0,4587	0,3556
Трикозанова	C _{23:0}	-	0,0228	0,0237	0,0217	0,0200
Генеікозанова	C _{21:0}	-	-	-	-	0,0257
Всього		21,1490	26,9784	27,0290	26,5531	24,8159
Мононенасичені жирні кислоти						
Лауроолеїнова	C _{12:1}	0,0480	0,0432	0,0441	0,0412	-
Міристоолеїнова	C _{14:1}	0,0196	0,0656	0,0164	0,0423	0,0067
Пальмітоолеїнова	C _{16:1}	0,3692	0,4926	0,4814	0,3945	0,3229
Гептадеценова	C _{17:1}	0,0783	0,0513	0,0534	0,0584	0,0594
Олеїнова	C _{18:1}	33,4220	31,6785	31,3671	31,8785	32,9464
Гондова	C _{20:1}	0,3311	0,3809	0,5908	0,4109	0,4428
Всього		34,2682	32,7121	32,5532	32,8258	33,7782
Поліненасичені жирні кислоти						
Лінолева	C _{18:2}	43,4766	39,4870	39,4527	39,6170	40,8108
Ліноленова	C _{18:3α}	0,1522	0,3126	0,3553	0,3767	0,2263
Тетрадекадієнова	C _{18:2}	0,0596	0,0431	-	0,0397	0,0094
Докозадієнова	C _{22:2}	0,0889	0,0574	0,0535	0,0474	0,0140
Ейкозадієнова	C _{18:2}	-	0,0287	0,1286	0,1156	-
Арахідонова	C _{18:2}	0,7172	0,3246	0,3646	0,3479	0,3005
Всього		44,4942	40,2534	40,3547	40,5443	41,3610
Не ідентифіковані		0,0883	0,0561	0,0631	0,0768	0,0449
Разом		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Загальний вміст мононенасичених жирних кислот становив (34,2682; 32,6659; 32,5532; 32,8258 та 33,7782) %. У мононенасичених жирних кислотах превалювала олейнова кислота, її вміст складав (33,4220; 31,6785; 31,3671; 31,8785 та 32,9464) % при 10...50 с оброблення. Відповідно поліненасичені жирні кислоти представлені 6-ома кислотами, домінуючими серед них була лінолева (43,4766; 39,4870; 39,4527; 39,6170 та 40,8108) %; ліноленова (0,1522; 1,80,3126; 0,3553; 0,3767 та 0,2263) %; арахідонова (0,7172; 0,3246; 0,3646; 0,3479 та 0,3005) % кислоти. Їх вміст в оліях складав відповідно (44,4942; 40,2534; 40,3547; 40,5443 та 41,3610) %. Поряд з цим частка ненасичених жирних кислот у оброблених оліях складала (78,7624; 72,9193; 72,9079; 73,3701 та 75,1392) %, що характеризувало їх речовини з підвищеною біологічною цінністю. Отримані результати дослідження жирнокислотного складу свідчать, що за обробки ВШФЧ+ЕМП відбувається перегрупування частки жирних кислот, але ці зміни є незначними.

Визначення жирнокислотного складу олії не дозволяє надати об'єктивну оцінку якості олії. Тому наступним етапом досліджень було дослідження процесів окиснення жирів.

Одним із основних шляхів псування масложирової продукції є її окиснення під впливом кисню повітря. Продукти окиснення різко погіршують якість і фізіологічні властивості жирів, тому їх вміст у продуктах обмежують нормативними показниками. Контроль фізичних і хімічних показників якості жирів є важливою частиною технологічного процесу отримання і переробки жирової продукції для забезпечення її конкурентоспроможності. З огляду на це об'єктивний контроль вмісту продуктів окиснення дуже важливий.

Обробка соняшникової олії у ВШФЧ+ЕМП сприяє її інтенсивному перемішуванню за рахунок співударяння феромагнітних частинок одна з одною, що призводить до розбивання мікровибухами молекул жирних кислот, і як наслідок – протікання процесів окиснення. Кількість вільних жирних кислот у жирах характеризується таким показником, як кислотне число. За рахунок приєднання активного кисню до жирних кислот у подальшому утворюються перекиси та гідроперекиси. Накопичення первинних продуктів окиснення характеризує перекисне число. До вторинних продуктів окиснення належать альдегіди та кетони. Концентрацію α та β ненасичених альдегідів характеризує анізидинове число. Результати накопичення продуктів окиснення жирів наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив тривалості оброблення у ВШФЧ+ЕМП на показники якості соняшникової олії

Показники якості соняшникової олії	Олія без оброблення (контроль)	Олія, оброблена на лабораторній мішалці	Тривалість оброблення у ВШФЧ+ЕМП, с		
			10	30	50
Кислотне число, мг КОН/г	0,167 $\pm$ 0,008	0,164 $\pm$ 0,008	0,163 $\pm$ 0,008	0,161 $\pm$ 0,008	0,155 $\pm$ 0,007
Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль /кг	3,43 $\pm$ 0,17	3,38 $\pm$ 0,17	3,41 $\pm$ 0,17	3,36 $\pm$ 0,17	3,32 $\pm$ 0,16
Анізидинове число, у.о.	2,2 $\pm$ 0,11	2,5 $\pm$ 0,13	2,4 $\pm$ 0,14	2,5 $\pm$ 0,13	2,7 $\pm$ 0,14

Аналіз даних табл. 2 свідчить про певні зміни показників якості олії в залежності від тривалості оброблення. Відмічено зниження значення показників кислотного і пероксидного числа при обробленні олії різними способами. Так, при обробленні олії на лабораторній мішалці, відбувалося зниження кислотного числа на 1,8 % та при обробленні у ВШФЧ+ЕМП протягом 30 і 50 с спостерігали зменшення на (2,4; 3,6 й 7,2) %. При вимірюванні пероксидного числа спостерігали аналогічну залежність – відбувалося його зниження на (1,46; 0,6; 0,6; 2,04 і 3,2) %. Дещо іншу картину спостерігали з показниками анізидинового числа, значення якого зростало при застосуванні механічних способів оброблення на (13,6; 9,09; 13,6 та 22,7) %. Такі зміни обумовлені тим, що під дією ВШФЧ+ЕМП відбувається процес декарбоксилування жирних кислот, що й обумовлювало руйнування пероксидів і сприяло деякому накопиченню вторинних продуктів окиснення.

Загальним показником, що характеризує ступінь окиснення олії, є інтегральний показник (рис. 1).

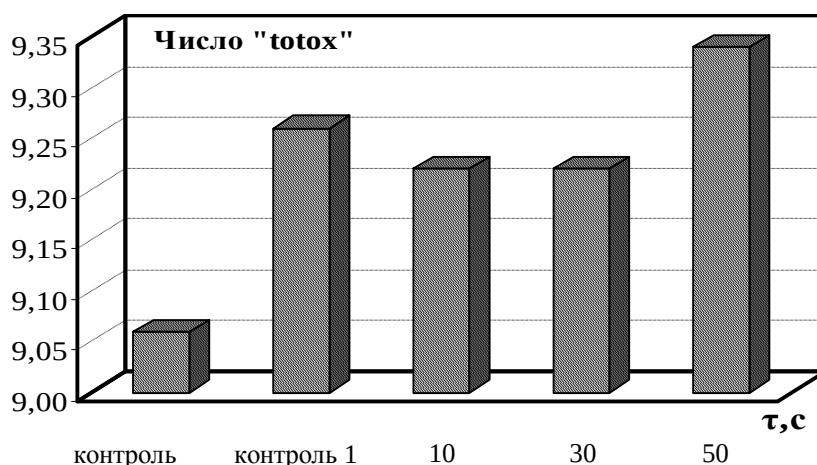


Рис. 1 – Вплив тривалості оброблення соняшникової олії у ВШФЧ+ЕМП на ступінь окиснення тріацилгліцеридів

Отримані дані свідчать про незначне збільшення інтегрального показника у залежності від способу та тривалості оброблення у ВШФЧ+ЕМП на (2,2; 1,8; 1,8 та 3,1) % порівняно з контролем. Встановлено, що цей показник не перевищує межового значення (30), що свідчить про можливість використання такого виду оброблення у технологіях виробництва продуктів харчування з використанням олії.

Відомо, що склад вільних жирних кислот, їх розподілення у тригліцеридах та просторова конфігурація останніх впливають на фізичні властивості олій та жирів, серед яких суттєве значення належить щільності.

Щільність насичених жирних кислот при збільшенні молекулярної маси зменшується і навпаки – при збільшенні числа етиленових зв'язків при одному і тому самому вуглецевому атомі збільшується. Підвищенню щільності відбувається також зростанням ступеня ненасиченості жирних кислот [1]. Продукти, що є результатом процесу окиснення, підвищують щільність олії [15]. Враховуючи, що при обробці олії у ВШФЧ+ЕМП відбувається інтенсивний процес перемішування, диспергування, можна передбачити зміни щільності жирів після обробки (табл. 3).

Таблиця 3 – Зміна щільності олії в залежності від способу оброблення

Спосіб оброблення	Тривалість оброблення, с	Щільність при 20 °С, кг/м ³
Олія рафінована дезодорована (контроль)	–	0,920
Олія рафінована дезодорована (контроль 1)	180	0,921
Олія рафінована дезодорована (ВШФЧ+ ЕМП)	10	0,920
Олія рафінована дезодорована (ВШФЧ+ ЕМП)	30	0,919
Олія рафінована дезодорована (ВШФЧ+ ЕМП)	50	0,919

Аналіз даних табл. 3 свідчить про вибіркочну зміну щільності соняшникової олії в залежності від виду і тривалості обробки. В інтервалі (10...50) с обробки спостерігали зменшення щільності олії у 1,0022 рази. Зменшення щільності олії можна пояснити зміною складу і структури жирних кислот під впливом ВШВЧ.

Для підтвердження гіпотези про зміни просторової конфігурації жирних кислот під впливом ВШФЧ+ЕМП проводили певну серію досліджень (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив виду оброблення на зміну конфігурації ненасичених жирних кислот

Ізмери жирних кислот	Індекс жирної кислоти	Кількість жирних кислот, %				
		Способи і режими оброблення				
		олія без оброблення (контроль)	олія, оброблена на лабораторній мішалці	Оброблення у ВШФЧ+ЕМП, с		
				10	30	50
Ізоолеїнові (октадеценіві)						
Елаїдинова	18:1n9t	0,4	0,53	0,56	0,73	0,31
Олеїнова	18:1n9c	27,3	27,42	27,7	27,43	27,74
Вакценова	18:1n11t	0,78	1,07	1,26	1,30	0,72
Ізоолеолеві (октадекадієнові)	18:2n6t	0,72	0,83	0,97	0,98	0,59
	18:2n6c	58,27	55,23	57,7	54,81	57,74
Ізоолеоленові (октадекатрієнові)						
α-октадекатрієнова	18:3n6c	0,27	0,26	0,24	0,26	0,22
γ-октадекатрієнова	18:3n3c	0,22	0,18	0,22	0,16	0,2
Ізоейкозинова	20:1n9c	0,19	0,11	-	0,13	0,13
Разом		88,15	85,63	88,65	85,8	87,65
Всього		100	100	100	100	100

Дані таблиці 4 свідчать, що у всіх зразках олії знайдені ізомери олеїнової, лінолевої, ліноленової та ізоейкозинової жирних кислот (за виключенням оброблення у ВШВЧ+ЕМП тривалістю 10 с) у кількості (88,15; 85,63; 88,65; 85,8 та 87,65) % відповідно для контрольних і дослідних зразків. Відсотковий вміст транс-ізомерів при цьому складає (1,9; 2,43; 2,79; 3,01 та 1, 62) % для зразків олії, що підлягають дослідженню.

Вміст транс-ізомерів у контрольному зразку корелюється з даними, наведеними у роботі [12] про граничний вміст транс-ізомерів, який не повинен перевищувати 1,93 %.

Збільшення частки ізомерів жирних кислот у транс-конфігурації під впливом ВШФЧ+ЕМП можливо відбувається завдяки ротації атомів водню, молекули якого розпрямляються та перетворюються у транс-конфігурацію. Пояснення зменшення кількості транс-ізомерів при обробці протягом 50 с може бути пов'язано з протіканням реакції переетерефікації, у результаті якої відбувається внутрішньо- і міжмолекулярний обмін радикалів жирних кислот (ацильних груп) у тріацилгліцеридах. Нові моноацилгліцерини та діацилгліцерини, що утворилися, також вступають у реакцію алколіза і в результаті відбувається статичний перерозподіл радикалів жирних кислот у суміші тріацилгліцеринів [2].

Висновки. Проведені експериментальні дослідження свідчать, що під дією ВШФЧ+ЕМП змінювалася структура жирів. Глибина цих перетворень залежить від тривалості їх обробки. Досліджено, що обробка олії рафінованої дезодорованої протягом дослідженого інтервалу (50 с) не призводить до значних змін якісних показників олії соняшникової рафінованої дезодорованої, що слугує підставою для подальшого її використання у технологіях виробництва продуктів харчування. Згідно з планом проведення експериментальних робіт передбачається вивчення впливу ВШФЧ+ЕМП на зберігання олії та дослідження процесів, які протікають при цьому.

Література

1. Беззубов Л.П. Химия жиров / Леонид Павлович Беззубов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 279 с.
2. Буряк Д. И. Разработка рецептур и оценка потребительских свойств кулинарных жиров, обогащенных томатно-масляным экстрактом: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Дмитрий Иванович Буряк. – Краснодар, 2004. – 118 с.
3. Дубова Г.Є. Розробка технології сливового та чорносмородинового соків з використанням методу центрифугування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. спец.05.18.13 «Технологія консервування» / Г.Є. Дубова. – Одеса, 2000. – 19 с.
4. Жири рослинні та олії. Метод визначення пероксидного числа ДСТУ 4570:2006 – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 16 с.
5. Жири тваринні і рослинні та олії. Аналіз методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT): ДСТУ ISO 5508:2001 – [Чинний від 2003-01-03]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 22 с.
6. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення складу жирних кислот у положенні 2 тригліцеридних молекул (ISO 6800:1997, IDT): ДСТУ ISO 6800:2001 — [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 19 с.
7. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення анізидинового числа (ISO 6885:1998, IDT): ДСТУ ISO 6885:2002 – [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 19с.
8. Жири тваринні і рослинні та олії. Масова частка транс-ізомерів жирних кислот ДСТУ 4445:2005 — [Чинний від 2006-01-07]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 21 с.
9. Капліна Т.В. Розробка технології борошняних виробів з використанням дріжджів, що активовані у перемінному магнітному полі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец.05.18.16 “Технологія продуктів харчування” / Т.В. Капліна. – Харків, 2001. – 19 с.
10. Капліна Т.В. Вплив електромагнітного оброблення жирів на їх жирнокислотний склад // Вісник ДонДУЕТ: Зб. наук. праць. – ДонДУЕТ, № 1 (37), 2008. – с. 90-95.
11. Котенко А.Г. Интенсификация процесса приготовления эмульсий для хлебопекарного производства в электровихревых аппаратах: дисс... канд. техн. наук: 05.18.12. / Котенко Анатолий Георгиевич. – К., 1985. – 203 с.
12. Лисицын А.Н. Развитие теоретических основ процесса окисления растительных масел и разработка рекомендаций по повышению их стабильности к окислению: автореф. дис. на присвоение научной степени д-ра техн. наук: спец. 05.18.06 “Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов” / А. Н. Лисицын. – Краснодар. – 20 с.
13. Логвиненко И.В. Интенсификация технологических процессов в химической промышленности / И.В. Логвиненко, О.П. Шеляков. – К.: Техника, 1976. – 200 с.
14. Олії. Методи визначення кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ): ДСТУ 4350:2004. – [Чинний від 2005-01-10]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 18 с.
15. Федак Н. В. Технология очистки подсолнечного масла после фритюрной жарки в предприятиях питания: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Федак Наталья Васильевна. – Х., 1997. – 185 с.

УДК 664.38:[543.429.23:544.777]

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ СПІН-СПІНОВОЇ ТА СПІН-ГРАТОВОЇ РЕЛАКСАЦІЇ ДРАГЛІВ АГАРУ З ДОБАВКАМИ

Д'яков О.Г., канд. техн. наук, доц., Теймурова А.Т., Перцевой Ф.В., д-р техн. наук, професор,
Харківський державний університет харчування та торгівлі
Сафонова О.М., д-р техн. наук, професор
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Досліджено час спін-спінової та спін-гратової релаксації агарових та агаро-цукрових драглів з білковими добавками тваринного походження методом ЯМР-спінова луна. Встановлено, що за додавання добавок Scanpro вказані показники зростають для драглів без цукру. У присутності цукру значення T_1 і T_2 , навпаки, знижуються, що свідчить про підвищення ступеню зв'язаності води в системі.

The spin-spin and spin-grating relaxation time of agar and sugar-agar gels with animal protein additives were studied by NMR-spin echo method. It is proved that Scanpro additives use leads to the pointed characteristics increase for agar gels. On the contrary, T_1 and T_2 characteristics are reducing at the sugar presence that indicates the higher moisture linkage degree in the model system.

Ключові слова: білкова добавка, агар, агарові драгли, час спін-спінової релаксації, час спін-гратової релаксації, ступінь зв'язаності води.

Економне витрачання драглеутворюючої сировини полісахаридної природи є важливим і актуальним завданням агропромислового комплексу. Це обумовлено, по-перше, постійним і зростаючим попитом на таку сировину з боку харчових виробництв; по-друге, відсутністю вітчизняної сировинної бази для виробництва товарних форм драглеутворювачів.

Основними виробниками агару є наступні фірми: Volf & Olsen, Algas Marinas S. A., B & V, Setexam, Instrimpex confit import & export company і ін. Основні поставки агару здійснюються з таких країн, як Німеччина, Росія, Іспанія, Італія, Марокко, Китай, Чилі та ін. [1]

Агар є самим ефективним желуючим агентом. Загалом здатність до гелеутворення у водних розчинах є характерною властивістю багатьох класів полісахаридів. Саме з цією властивістю пов'язаний ряд біологічних функцій полісахаридів (а також ряд областей практичного застосування самих полісахаридів і їх похідних). Водорості мешкають в своєрідних умовах: вони піддаються значним хвильовим навантаженням, а також періодичним обсиханням під час відливів. Щоб протистояти таким діям, водорості виробили чисто «полісахаридне» пристосування. Всі вони містять специфічні кислі полісахариди, здатні навіть в розбавлених розчинах утворювати міцні пружні гелі, що утримують значну кількість води в «псевдотвердому» стані. Саме пружний гель – це механічна основа, яка ідеально пристосована до опору хвилям, і одночасно це прекрасний акумулятор води, який дозволяє водоростям благополучно переживати відливи [2].

Гелеутворювальна здатність відноситься до тих небагатьох функціональних властивостей вуглеводних біополімерів, які в даний час можна трактувати на молекулярному рівні. Для утворення полісахаридного гелю потрібно, щоб ланцюгові молекули були організовані в рихлу просторову сітку, в осередках якої знаходиться розчинник (вода).

За допомогою рентгеноструктурного аналізу [3] було показано існування спіральної конформації ланцюгів. Два ланцюги з однаковим напрямом глікозидних зв'язків тісно зв'язані водневими зв'язками і закручені в головну спіраль з кроком 26 Е. Така подвійна спіраль є досить стійкою до утворення.

Утворення тривимірної сітки в процесі гелеутворення можна трактувати таким чином. У сильно розбавленому розчині (або при достатньо високій температурі) міжмолекулярні взаємодії малі; форма ланцюгів – це конформація безладного клубка. У більш концентрованих розчинах (або при охолодженні) починається утворення подвійних спіралей, що зв'язують ділянки різних молекул. Деяка довільно вибрана (і достатньо довга) молекула може при цьому утворювати декілька таких ділянок скріплення і не з однією, а з декількома молекулами. Виникають нековалентні поперечні зшивання і створюється тривимірна сітка (рис. 1, модель гелеутворення за D.Rees).

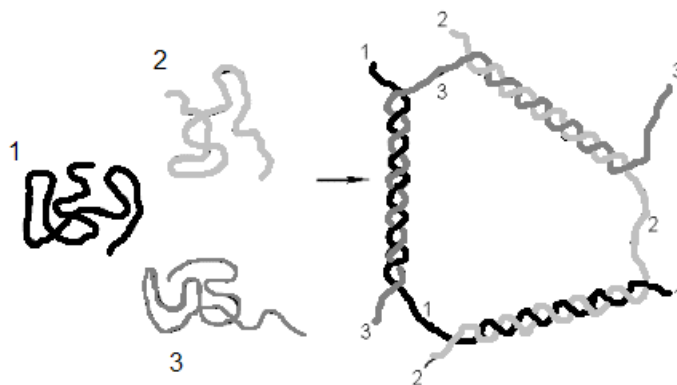


Рис. 1 – Схема гелеутворення (перехід «розчин – гель»)

Для утворення тривимірного каркаса холодцю повинні бути виконані як мінімум дві умови:

- наявність ділянок ланцюгів з ланок, що повторюються, для створення можливості спіралізації («умова регулярності»);
- наявність ділянок, де конформація ланцюга різко міняється для утворення просторової сітки («умова порушення регулярності»).

Міцність гелю і вміст в ньому води (залежне від середніх розмірів осередків) визначається в основному двома параметрами: ділянок, що здатні утворювати спіралі, та ділянок, які не утворюють спіралі.

Гель практично є закріпленою формою колоїдного розчину (золю). Для перетворення золю в гель необхідно, щоб між розподіленими в рідині молекулами почали діяти сили, що викликають міжмолекулярне зшивання. Цього можна добитися різними способами: зниженням кількості розчинника за рахунок випаровування; пониженням розчинності розподіленої речовини за рахунок хімічної взаємодії; добавкою речовин, сприяючих утворенню зв'язків і поперечному зшиванню; зміною температури і регулюванням величини рН.

Розв'язанням проблеми регулювання функціонально-технологічних властивостей драглеутворювачів відзначилися такі науковці – Грюнер В.С., Кізоветтер І.В., Баранов В.С., Василенко З.В., Ставров С.М., Дорохович А.М. та ін. В роботах [5,6] наведено дані щодо позитивного впливу низки харчових добавок на технологічні властивості драглеутворювачів. Встановлено закономірності формування структури драглів за додавання комплексу поліпшувачів.

Нами запропоновано використання харчової добавки Сканпро в технології желейних страв та кондитерської продукції з желейною структурою для покращання їх якості за економного використання драглеутворювальної сировини [7]. Було доведено можливість зменшення витрат агару та фурацеларану на 25-40 % порівняно з традиційними рецептурами завдяки зростанню міцності драглів у присутності цих добавок.

Метою досліджень було встановлення можливого механізму укріплення драглів агару у присутності добавок Сканпро.

Гелі (желе) є дисперсними системами, що принаймні двокомпонентні, складаються з дисперсної фази, розподіленої в дисперсійному середовищі. Дисперсійним середовищем є рідина. У харчових системах це звично вода, і тому гель носить назву гідродрагла. Дисперсною фазою є драглеутворювач, полімерні ланцюги якого утворюють поперечний зшити сітку і не володіють тією рухливістю, яка є у молекул загусника у високов'язких розчинах. Вода в такій системі фізично зв'язана і теж втрачає рухливість. Наслідком цього є зміна консистенції харчового продукту. Структура і міцність харчових гелів, одержаних з використанням різних драглеутворювачів, можуть сильно розрізнятися.

Дисперсні системи відносяться до гетерогенних систем і складаються з двох і більш фаз. Одна з фаз є суцільною і називається дисперсійним середовищем. Інші фази роздроблені і розподілені в першій; вони називаються дисперсними фазами. Дисперсні системи, в яких дисперсійним середовищем є вода, широко поширені в природі і виконують важливу роль в техніці (кров живих організмів, грязьові потоки, суспензії у виробництві кераміки і т.д.). Властивості реологій цих дисперсних систем в значній мірі залежать від властивостей міжфазної межі «вода – дисперсна фаза». Тому дослідження стану вологи в драглях вельми актуальне при рішенні низки задач по регулюванню їх властивостей.

Об'єктами досліджень були драглі агару 0,5 % концентрації у присутності цукру (як головного рецептурного компоненту кондитерської та желевної продукції). Методом досліджень обрано метод ЯМР-спінова луна.

Метод ядерного магнітного резонансу дозволяє одержувати інформацію про рухомі протони, конфомаційну рухливість, частотні і енергетичні характеристики таких рухів. По амплітуді сигналу можна визначити кількість води в зразку і загалом оцінити кількість рухомих водневміщуючих молекул.

Можливість спостереження ЯМР у макроскопічному зразку зумовлюється тим, що в речовині завжди існують умови, які забезпечують обмін енергією між системою атомних ядер, що знаходяться на різних енергетичних рівнях (спін-система), і молекулярною системою, що містить ядра і скоює разом з ними тепловий рух (грати). Процес обміну енергією між цими двома системами називається спін-гратовою релаксацією і характеризується часом подовжньої (спін-гратової) релаксації T_1 . Крім того, у результаті безпосередньої магнітної взаємодії ядерних спінів виникають процеси обміну енергією між спінами самої спін-системи і характеризуються часом спін-спінової релаксації T_2 .

У твердих тілах виявляються дуже невеликі значення T_1 і T_2 . У чистих низькомолекулярних рідинах внаслідок інтенсивного теплового руху молекул магнітна взаємодія такого роду помітно зменшується, що відповідає збільшенню часу релаксації.

Таким чином, зміна молекулярної рухливості в речовині під дією будь-яких зовнішніх факторів (температури, тиску, концентрації, адсорбційних процесів і ін.) приводить до змін T_1 і T_2 . Вимірюючи ці величини, можна судити про основні кількісні закономірності процесів, що протікають у зразку в тих чи інших умовах.

На рис. 2 наведено експериментальні дані щодо впливу добавок Сканпро на стан води агарових і агаро-цукрових драглів. Видно, що додаючи добавки будь-якого виду (Сканпро Т-95 або Сканпро Т-91), показники часу спін-гратової та спін-спінової релаксації агарових драглів без цукру помітно зростають. Отже, ступінь зв'язаності води в системі знижується.

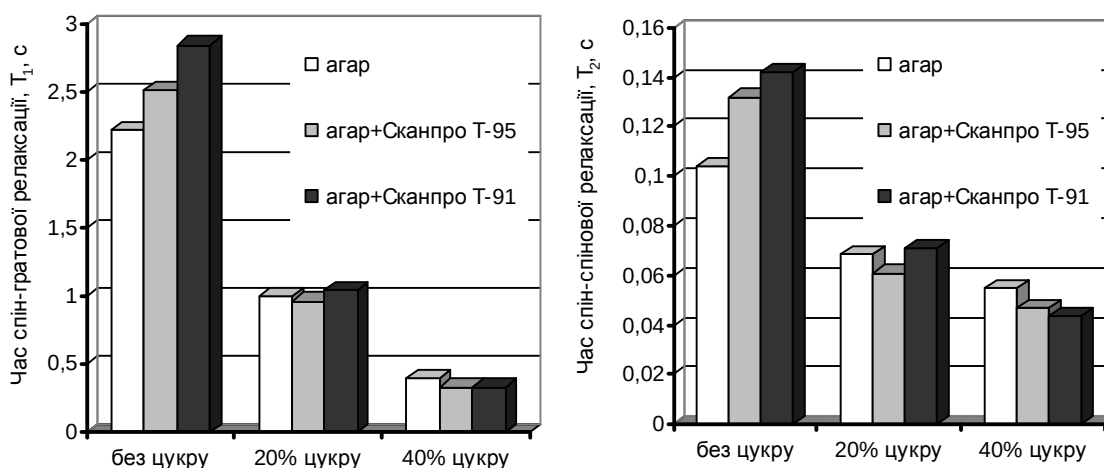


Рис. 2 – Значення часу спін-гратової та спін-спінової релаксації від складу агарових драглів

Проте, додаючи цукор, вказана залежність змінюється на протилежну тим значніше, чим вища рецептурна кількість цукру. Значення T_1 і T_2 є найменшими для зразків агарових драглів за додавання 40 % цукру.

Отримані дані добре узгоджуються з результатами вивчення міцності агарових драглів з добавками Сканпро – ефективність їхньої дії в системі підвищується в присутності цукру.

Раніше нами було визначено інтервал раціональних концентрацій добавок Сканпро, який знаходиться в межах 0,3 до 0,6 %. Ці результати збігаються з даними, представленими на рис. 3. Так, у найбільш малорухомому стані диполі води знаходяться в агарових драглях, якщо кількість добавки Сканпро Т-95 коливається в межах 0,28–0,75 % до маси драгла.

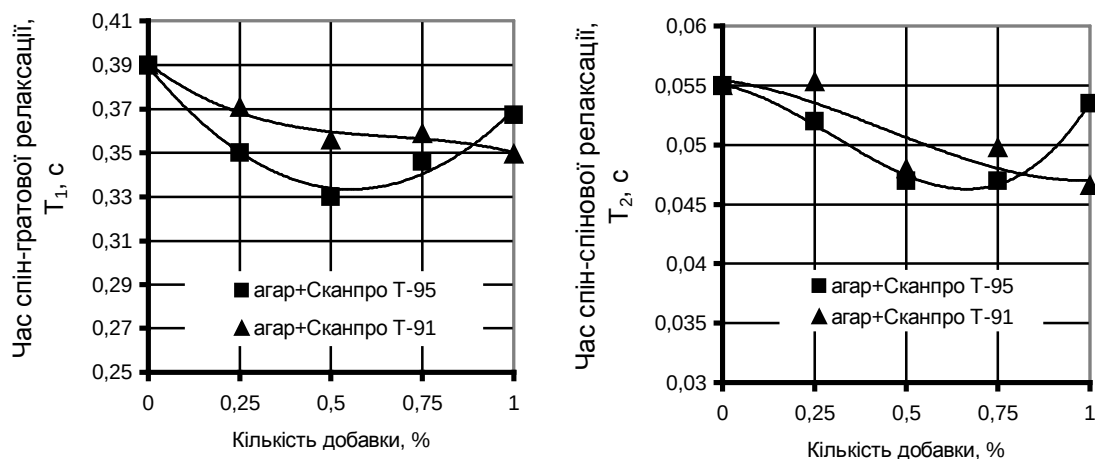


Рис. 3 – Залежність часу спин-гратової та спин-спінової релаксації від кількості добавки Сканпро у складі агарових драглів

Висновки

Таким чином, додаючи добавки Сканпро в агарові та агаро-цукрові драглі з'ясовуємо, що вони утримують вологу в найбільш зв'язаному стані, суттєво обмежуючи рухомість молекул води. Це може пояснюватись енергетичною неоднорідністю макромолекулярних структур, що утворюють полісахаридні ланцюги агару разом із білковими макромолекулами. В якості пояснень отриманих результатів також можна розглядати можливість утворення додаткових водневих зв'язків між диполями води та гідрофільними ділянками білкових та полісахаридних макромолекул.

Література

1. http://www.alganika.ru/artickle_agar.htm
2. <http://www.xumuk.ru/uglevody>
3. А. Крылов. Спираль в спирали / «Химия и жизнь». – № 4. – 1983. – С.35.
4. Перцевой Ф.В. Технология желейной продукции на основе студнеобразователей с качественно измененными функциональными свойствами: Дис...докт. техн. наук. – Харьков, 1996. – ч.1. – 412 с.
5. Фомина И.Н. Разработка технологии желейных блюд и изделий с уменьшенным расходом желатина: Дис...канд. техн. наук. – Харьков, 1994. – 193 с.
6. А.Т. Теймурова, Ф.В. Перцевой. Использование добавки Сканпро для снижения расхода студнеобразователей в составе желейной продукции/ Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2008 г., Могилев: УО МГУП, 2008. – С.192.

УДК 663.2.036

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СЛАБОАЛКОГОЛЬНИХ ВИННО-ОВОЧЕВИХ НАПОЇВ З ТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ

Радіонова О.В., канд. техн. наук, Осипова Л.А., д-р. техн. наук.
Одеська національна академія харчових технологій

Робота присвячена розробці низькотемпературної технології слабоалкогольних винно-овочевих напоїв і науковому обґрунтуванню режимів пастеризації і гарячого розливу як найбільш переважних методів досягнення мікробіальної стабільності даної продукції.

Work is devoted to development low-temperature to technology low alcoholic wine-vegetable beverages and to a scientific substantiation of modes of pasteurization and hot process bottling as most preferable methods of achievement of the microbial stability of given production.

Ключові слова: слабоалкогольні винно-овочеві напої, блочне виморожування, пастеризація, гарячий розлив.

Забезпечення організму людини натуральними, повноцінними і різноманітними продуктами харчування є основним завданням харчової промисловості. Велика увага приділяється виробництву напоїв на основі продуктів переробки фруктів і овочів. Останніми роками широку популярність у всьому світі отримали слабоалкогольні напої, що є прекрасною альтернативою міцним спиртним напоям. Проте асортимент слабоалкогольних напоїв масового споживання, що випускаються, досить обмежений – це традиційний джин-тонік різних варіацій і коктейлі на основі горілки і синтетичних ароматичних інгредієнтів [1, 2.] Ординарні органолептичні особливості цих напоїв, а також відсутність біологічної цінності диктують необхідність розробки нових технологій, зокрема, з використанням продуктів переробки винограду і овочевих соків. Овочеві соки є багатим природним джерелом біологічно активних речовин, але їх низька кислотність і внаслідок цього надзвичайна мікробіальна уразливість вимагають дії тривалої високотемпературної стерилізації, в результаті якої знижуються харчова і споживча цінність. Існуючий спосіб зниження кислотності овочевих соків харчовими кислотами приводить до порушення смакової гармонії. Кращим способом оптимізації хімічного складу овочевих соків, що дозволяє в той же час понизити параметри теплової обробки і уникнути змін якості, є купажування з виноградними виноматеріалами. Значно покращуючи аромат, виноградні виноматеріали в недостатньо покращують смак продукції, котру отримують. Створити гармонійні за складом напої можна, включивши в купаж концентровані виноматеріали. Найбільш вигідним способом концентрації рідких харчових продуктів є спосіб блочного виморожування [3].

Процес розділення столових сухих виноматеріалів на низько- та високоалкогольну фракції способом блочного виморожування включає ряд технологічних етапів: попереднє охолодження вихідного продукту; заморожування на поверхні кристалізатора блоку льоду; витримка блоку льоду при позитивній температурі. На підставі експериментальних досліджень по блочному виморожуванню столових сухих виноматеріалів [4, 5] розроблено і обґрунтовано раціональні режими процесу: попереднє охолодження обробленого розливостійкого виноматеріалу, що надходить на виморожування до температури $+2...+4$ °C; одноступінчатє блочне виморожування білих і червоних сухих виноматеріалів при температурах -18 і -22 °C відповідно; гравітаційне сепарування блоку льоду при температурі $+18...+20$ °C; об'єднання гравітаційно-відсепарованого виноматеріалу з пор блоку льоду з незамерзлою фракцією. Отримана високоалкогольна фракція з об'ємною часткою етилового спирту $14...15$ % надходить на купажування з овочевими соками.

На розроблених режимах базується технологія слабоалкогольних винно-овочевих напоїв. На підставі органолептичної оцінки, що є одним з найбільш важливих критеріїв якості готової продукції, встановлено, що кращими купажними матеріалами для таких напоїв є соки з дині, огірків і селери. Процентне співвідношення купажних матеріалів наступне: високоалкогольна фракція – 57 %, овочевий сік – 43 % (для напою з огірково-селеровим соком ці соки беруться в співвідношенні 1:1). Купажні матеріали, узяті у вказаних співвідношеннях, дозволяють отримати напої з об'ємною часткою етилового спирту $6...8$ %.

Необхідно відзначити, що при змішуванні овочевих соків з високоалкогольними фракціями виноградних виноматеріалів відбувається їх самоосвітлення, обумовлене взаємодією фенольних речовин високоалкогольної фракції виноматеріалів і білкових речовин овочевих соків, внаслідок чого напої після фільтрації набувають кристальної прозорості. Це дозволяє уникнути або значно понизити витрату освітлюючих матеріалів для освітлення напоїв.

Показники якості освітлених напоїв наведені в таблиці 1, з якої виходить, що всі зразки слабоалкогольних винно-овочевих напоїв відрізняються високою екстрактивністю, а значить і біологічною цінністю.

Аналіз оптичних характеристик червоних слабоалкогольних винно-овочевих напоїв показує, що відтінок їх забарвлення менше 1, що говорить про відсутність конденсації фенольних сполук і про переважуючий вплив антоціанів в загальному забарвленні. Низьке значення ОВ-потенціалу $125...145$ мВ також свідчить про відсутність окислювальних перетворень в напоях з овочевими соками. Таким чином, в результаті купажування високоалкогольних фракцій виноградних виноматеріалів з овочевими соками показники якості поліпшуються.

Таблиця 1 – Показники якості слабоалкогольних винно-овочевих напоїв

Показник якості	Білі винні напої				Червоні винні напої			
	з динним соком	з огірковим соком	з огірково-селеровим соком	з селеровим соком	з динним соком	з огірковим соком	з огірково-селеровим соком	з селеровим соком
Об'ємна частка спирту %	7,4	7,0	7,2	7,0	6,8	6,8	7,2	7,4
Масова концентрація:								
загального екстракту, г/100 см ³	4,47	2,42	2,62	2,83	5,51	2,93	3,13	3,75
титрованих кислот, г/дм ³	5,0	4,4	4,8	4,6	4,6	4,6	4,6	4,2
фенольних речовин, мг/100 см ³	22,2	20,9	16,9	18,3	104,3	91,3	91,3	104,3
барвних речовин, мг/100 см ³	-	-	-	-	68,7	68,7	63,4	71,3
загального азоту, мг/100 см ³	78,4	91,7	63,0	77,0	100,8	80,5	79,8	80,5
амінного азоту, мг/100 см ³	48,6	42,1	40,7	39,3	57,1	51,4	50,0	48,6
Зола, %	0,23	0,24	-	0,42	0,26	0,25	-	0,47
Фосфор, мг/100 см ³	7,8	12,0	-	13,0	7,0	12,0	-	11,0
Активна кислотність pH	3,6	3,5	3,5	3,4	3,7	3,7	3,7	3,5
ОВ-потенціал, мВ	135	137	140	145	125	127	130	136
Інтенсивність забарвлення	0,16	0,12	0,31	0,16	0,45	0,37	0,41	0,41
Відтінок забарвлення	-	-	-	-	0,731	0,762	0,864	0,783

Динний, огірковий і селеровий соки є низькокислотними продуктами з високим значенням показника активної кислотності (pH 5,7). У слабоалкогольних напоях, що отримуються за розробленою технологією, за рахунок купажування з незамерзлою висококислотою фракцією виноградного виноматеріалу вдається значно понизити pH овочевих соків і відповідно підвищити їх кислотність. Пропонована технологія дозволяє пом'якшити жорстку теплову обробку і тим самим максимально зберегти ароматичні і смакові речовини в готовому продукті.

Для підтвердження вищевикладеного, а також порівняння значень pH і титрованої кислотності в напоях, отриманих за купажною схемою з вихідним виноградним виноматеріалом і високоалкогольними фракціями, отриманими в процесі блочного виморожування, були проведені спеціальні дослідження, результати яких представлені в табл. 2. Значення активної кислотності вихідних динного, огіркового і селерового соків складають відповідно 6,9; 5,9; 6,4.

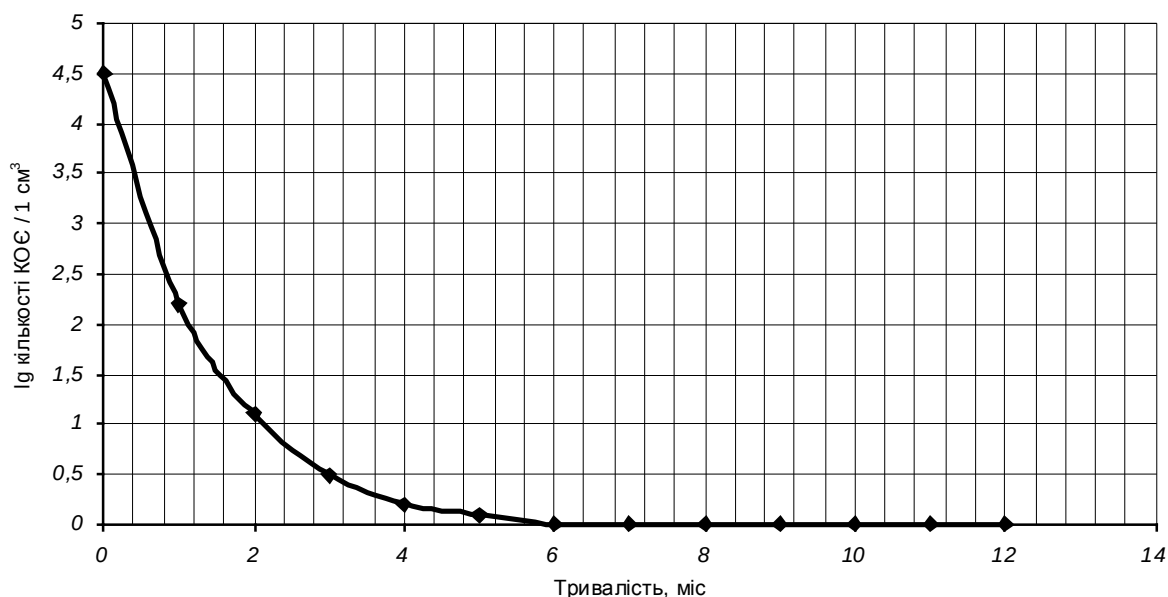
З таблиці виходить, що для приготування слабоалкогольних винно-овочевих напоїв кращим купажним матеріалом є високоалкогольні фракції виноградного виноматеріалу.

Важливим критерієм якості напоїв є стійкість, тобто стабільність якості при зберіганні. Основна причина зниження стійкості – біологічна, обумовлена розвитком в готовому продукті мікроорганізмів [6-10]. Відомі методи біологічної стабілізації слабоалкогольних напоїв можна розділити на хімічні та фізичні. У переважній більшості випадків слабоалкогольні напої випускають з консервантами, такими як бензоат натрію, сорбінова кислота, плумбагін, юглон [11, 13]. Забезпечення мікробіальної стабільності за допомогою хімічних консервантів – найбільш проста і надійна технологічна операція. Проте при цьому часто порушується смакова гармонія і погіршується якість готового продукту. Високі дози консерванту можуть бути нешкідливими для здоров'я людини. Найбільш переважним для здоров'я способом, що забезпечує тривалу біологічну стійкість готової продукції, є пастеризація.

Таблиця 2 – Порівняння значень рН і титрованої кислотності в напоях, отриманих за купажною схемою з вихідним виноматеріалом і високоалкогольними фракціями

Найменування слабоалкогольного напою	Білий		Червоний	
	вихідний виноматеріал	високо-алкогольна фракція	вихідний виноматеріал	високо-алкогольна фракція
рН				
Винний з динним соком	3,8	3,6	4,2	3,7
Винний з огірковим соком	3,6	3,5	4,0	3,7
Винний з огірково-селеровим соком	4,0	3,5	4,2	3,7
Винний з селеровим соком	4,3	3,4	4,6	3,5
Масова концентрація титрованих кислот, г/100 см ³				
Винний з динним соком	0,38	0,50	0,36	0,46
Винний з огірковим соком	0,28	0,44	0,24	0,46
Винний з огірково-селеровим соком	0,29	0,48	0,25	0,46
Винний з селеровим соком	0,30	0,46	0,28	0,42

Слабоалкогольні напої є сприятливим середовищем для розвитку молочнокислих бактерій, дріжджів, плісневих грибів, з яких останні найбільш терmostійкі. Для визначення тест-культури мікроорганізмів, на яку необхідно орієнтуватися при розробці науково обґрунтованих режимів пастеризації, була досліджена можливість розвитку плісневих грибів в напоях з об'ємною часткою етилового спирту 6...8 %. У слабоалкогольні винні напої з вказаною міцністю інокулювали спори плісневих грибів *Byssoschlamys nivea* (концентрація спор складала $\approx 5 \cdot 10^4$ од./1см³). Щомісячно впродовж 1 року проводили мікробіологічний, фізико-хімічний і органолептичний контроль. Результати мікробіологічного контролю наведені на рис. 1. Фізико-хімічні і органолептичні показники напоїв залишилися без змін.

Рис. 1 – Вживання спор плісневих грибів *Byssoschlamys nivea* в слабоалкогольних винних напоях з об'ємною часткою етилового спирту 6...8 %

Вивід, отриманий в результаті мікробіологічних, фізико-хімічних і органолептичних досліджень, можна сформулювати таким чином: етиловий спирт, об'ємна частка якого в напоях складає 6...8 %, надає летальну дію на спори плісневих грибів. Тобто плісневі гриби не є збудником псування слабоалкогольних напоїв. Такі напої слід пастеризувати за режимами, що забезпечують загибель молочнокислих бактерій і дріжджів. Зіставлення відомих значень констант терmostійкості молочнокислих бактерій ($D_{65,5^\circ} = 0,5...1,0$) і дріжджів ($D_{65^\circ} = 0,83...1,16$) в буферному розчині показало, що дріжджі виду *Schizosaccharomyces acidodevoratus* U-646 є більш терmostійкою тест-культурою і при розробці режимів пастеризації слабоалкогольних напоїв потрібно орієнтуватися на їх загибель [12].

У зв'язку з тим, що до складу досліджуваних слабоалкогольних винно-овочевих напоїв входять овочеві соки (динний, огірковий, селеровий), не виключена можливість внесення з ними мікроорганізмів, що викликають псування продуктів з низькою і середньою кислотністю. Були проведені дослідження за визначенням можливості розвитку в слабоалкогольних напоях наступних мікроорганізмів: *Clostridium sporogenes*, *Bacillus stearothermophilus* і *Bacillus polymyxa*. Спори вказаних тест-культур вносили в кількості $5 \cdot 10^4$ спор/1 см³ в селеровий сік (контроль) і в зразки слабоалкогольного винно-селероного напою з наступними показниками його складу (рН = 3,7, об'ємна частка етилового спирту 6 %). Зразки напою з тест-культурами витримували в термостаті при оптимальній для кожного виду мікроорганізму температурі протягом 3...5 діб. Після термостатування і протягом 1 місяця зберігання при температурі 25 °С проводили мікробіологічні, фізико-хімічні і органолептичні дослідження. Результати мікробіологічних досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Можливість розвитку спороутворюючих мікроорганізмів в селеровому соці і слабоалкогольних винно-селерових напоях

Найменування об'єкту дослідження	рН	Наявність розвитку		
		<i>Clostridium sporogenes</i>	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	<i>Bacillus polymyxa</i>
Селеровий сік (контроль)	3,7	+	+	+
Винно-селеровий напій (білий)	3,7	-	-	-
Винно-селеровий напій (червоний)	3,7	-	-	-

Примітки:

1. (+) – є розвиток.
2. (-) – немає розвитку.

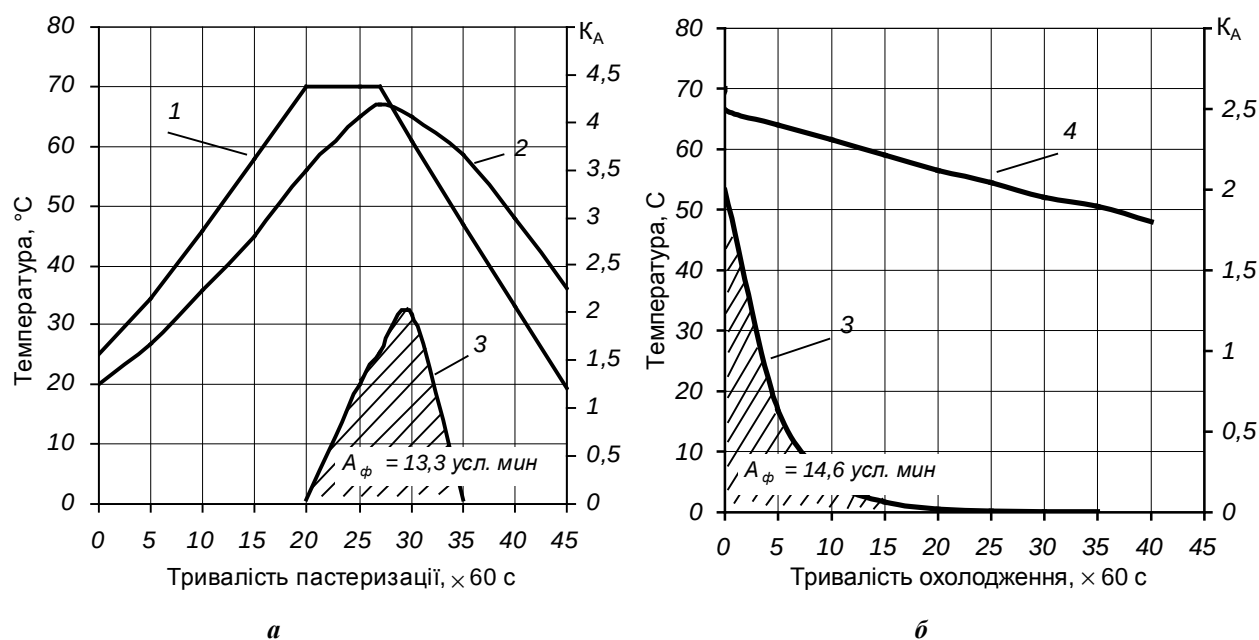
На підставі мікробіологічних, фізико-хімічних і органолептичних досліджень встановлено, що слабоалкогольні винно-селерові напої на відміну від селероного соку (контролю) не є сприятливим середовищем для розвитку таких мікроорганізмів, як *Clostridium sporogenes*, *Bacillus stearothermophilus* і *Bacillus polymyxa*. Отже, вказані мікроорганізми не повинні розглядатися як тест-культура при розробці режимів пастеризації слабоалкогольних винно-овочевих напоїв.

Для визначення нормативної летальності режимів пастеризації і гарячого розливу слабоалкогольних винно-овочевих напоїв використовували відомі в літературі значення констант термостійкості дріжджів виду *Schizosaccharomyces acidodevoratus* U-646 [13]. Формули пастеризації напоїв в пляшках місткістю 0,33 дм³ були розроблені за результатами теплофізичних досліджень прогрівання і математичної обробки отриманих даних. Гарячий розлив здійснювали шляхом наливання в пляшки напою, заздалегідь нагрітого до 70 °С. Початкова температура пляшок складала 23 °С.

Фактичну летальність A_f режимів пастеризації і гарячого розливу визначали за формулою наближеної інтеграції за методом прямокутників. Для розрахунку значень фактичної летальності розроблених режимів використовували експериментальні дані щодо температурно-часової характеристики напоїв, що прогрівалися. Температурні і мікробіологічні характеристики режимів пастеризації і гарячого розливу слабоалкогольних винно-овочевих напоїв представлені на рис. 2.

При порівнянні значень фактичної летальності режимів пастеризації і гарячого розливу зі встановленою нормою ($A_n = 9$ умов. хв) видно, що вона задовольняє вимозі $A_f \geq A_n$. Тобто розроблені режими пастеризації є науково обґрунтованими.

Таким чином, в результаті комплексу проведених фізико-хімічних, органолептичних і мікробіологічних досліджень, показана можливість приготування способом блочного виморожування високоякісних слабоалкогольних винно-овочевих напоїв, тривалу біологічну стійкість яких забезпечують пастеризацією і гарячим розливом. Створення нової групи слабоалкогольних винно-овочевих напоїв дозволяє компенсувати недолік біологічно активних речовин в міжсезонний період і підсилити захисні функції організму людини; понизити значення параметрів теплової обробки, що гарантує тривалу стійкість готової продукції; розширити асортимент слабоалкогольних напоїв і вікові межі споживчої аудиторії.



а) пляшкова пастеризація; б) гарячий розлив;
 1 – температурний режим автоклава; 2 – крива прогрівання продукту в точці, що найменш прогрівається; 3 – крива летальності; 4 – крива самоохолодження продукту

Рис. 2 – Температурні і мікробіологічні характеристики режимів теплової обробки слабоалкогольних винно-овочевих напоїв

Література

1. Сидоров В.М., Луговская О. Слабоалкогольные напитки как прекрасная альтернатива крепким спиртным напиткам // Food & Drinks. – 2005. – № 4. – С. 94-95.
2. Филановский А. Слабоалкогольная стабилизация. Украинский рынок слабоалкогольной продукции, 2004-2005 гг. // Food & Drinks. – 2005. – № 4. – С. 88-91.
3. Радионов О.В. Разработка технологии консервированных слабоалкогольных напитков на виноградно-овощной основе: Дис. ...канд. техн. наук: 05.18.13. – Одесса, 2006. – 227 с.
4. Радионов О.В. Исследование основных этапов технологии низкотемпературного фракционирования столовых сухих вин / О.В. Радионов, Л.А. Осипова, О.Г. Бурдо // Холодильная техника и технология, 2006. – № 2 (100). – С. 67-72.
5. Бурдо О.Г. Обобщение результатов экспериментальных данных по процессам блочного вымораживания столовых сухих вин / О.Г. Бурдо, О.В. Радионов, Л.А. Осипова // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2006. – Вип. 28. – Т. 2. – С. 58-66.
6. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина (химия и технология). – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 136 с.
7. Емельянова Л.К., Елисеев М.Н. Повышение биологической стойкости медового напитка // Пиво и напитки. – 2003. – № 6. – С. 28-29.
8. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М.: ИРПО, изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.
9. Минарик Э., Навадв А. Проблемы производства низкоалкогольных натуральных вин // Kvasný průmysl. – 1977. – № 10. – С. 232-234.
10. Технічна мікробіологія / Л.В. Капрельянц, Л.М. Пилипенко, А.В. Єгорова, О.М. Кананихіна, С.М. Кобелева, Т.О. Величко; За ред. Л.В. Капрельянца. – Одеса: Друк, 2006. – 308 с.
11. Ермолаева Г.А. Повышение стойкости напитков // Пиво и напитки. – 2002. – № 3. – С. 26-27.
12. Осипова Л.А. Разработка технологии консервированных плодово-виноградных газированных соков и напитков: Дис. ...канд. техн. наук: 05.18.13. – Одесса, 1990. – 232 с.
13. Осипова Л.А. Слабоалкогольні напої – новий вид алкогольної продукції // Наукові праці ОНАХТ – Одеса: 2004. – Вип. 27. – С. 107-109.

УДК 663.257.3:577.112-035.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИНОГРАДНИХ ВИН, ОБРОБЛЕНИХ БІЛКАМИ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

Мельник І.В., канд. техн. наук, доцент, Аветисян Е.В., магістр, Абрамова Т.Б., асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати досліджень впливу обробки білками зернових культур – сорго і соризу на фізико-хімічні показники виноградних вин. Розглянуто переваги використання нетрадиційних для виноробства білкових інгредієнтів порівняно з традиційно вживаними на практиці.

The results of the research of processed with proteins cereals, sorghum and sorise, and influence of this treatment on physical and chemical indices of grape wines, have been given. The advantages of application of non-conventional, for vine-making, protein ingredients in comparison with traditionally applied ones in practice, have been considered.

Ключові слова: сорго, сориз, желатин, риб'ячий клей, рослинні білки, прозорість і стабільність виноматеріалів, фізико-хімічні показники, органолептичні показники, дегустаційна оцінка вин.

В останні роки в багатьох країнах світу все більш актуальною стає проблема натуральності харчових продуктів. Це пов'язано з тим, що різні харчові добавки, які застосовуються у виробництві продуктів харчування (наповнювачі, барвники, ароматизатори, емульгатори, стабілізатори та ін.) не завжди, на думку багатьох спеціалістів, задовольняють санітарним нормам. Не задовольняють вимогам і деякі нові методи обробки харчової сировини. Це в кінцевому результаті призводить до негативного стану здоров'я людини. Деякі виробники з економічних міркувань намагаються використовувати в своєму виробництві більш дешеві і менш якісні харчові добавки і спрощенні технології [1].

Для надання винам бажаної прозорості та стабільності, виноматеріали підлягають технологічній обробці, використовуючи різноманітні фізико-хімічні і фізичні засоби впливу на виноробні середовища. Проблема стабільності готової виноробної продукції до теперішнього часу є дуже важливою для галузі. Не дивлячись на наявність великої кількості існуючих різноманітних сорбентів вітчизняного і зарубіжного виноробства, виробникам іноді важко забезпечити тривалу стабільність продукту до помутнінь фізико-хімічного характеру. Все це призводить до зниження якості і, як наслідок, конкурентоспроможності продукції, що виробляється [2].

З літератури відомо, що в якості джерел рослинних білків можуть використовуватися: пшениця, кукурудза, овес, рис, соя, горох, рапс, картопля та ін. Перспективними є злакові культури з високим вмістом білка – сорго і сориз. Аналіз літератури за останні 7 років підтверджує актуальність проблеми використання нових білкових препаратів для стабілізації і посвітлення виноматеріалів. Крім того, заміна білків тваринного походження (желатину, риб'ячого клею, казеїну, альбуміну та ін.) на рослинні не тільки підвищує якість вин, але ще викликана тим, що рослинні білки не мають алергічної дії на організм людини і не пригнічують імунну систему [2, 3, 4, 9, 10].

Сорго – культура XXI століття. Сорго звичайне (*Sorghum vulgare*) – культура з величезними потенціальними можливостями по врожайності, універсальності використання, якості продукції, пластичності. Крім того, серед культур польового землеробства їй немає рівних по стійкості до засухи і жаростійкості. Перспективи вирощування цукрового сорго і технологій його переробки, розроблених світовою наукою, дуже серйозні. Сорго відрізняється легким пристосуванням до ґрунтових і кліматичних умов, теплолюбністю, засухостійкістю, здатністю переносити підвищені концентрації солей у ґрунті. Сорго може стати одною із найперспективніших сільськогосподарських культур в Одеській області. Сорго – хлібна, технічна і кормова рослина, в котрій міститься (7,8-16,7) % білка, (61-68) % крохмалю, (1,7-6,5) % жиру. Результати досліджень проблемної науково-дослідної лабораторії сорго Кримського ДАТУ свідчать про те, що протягом 10 років (1992-2001 рр.) урожайність зерна сорго на богарі складала (40-45) ц/га (кукурудзи – 10-12). Таким чином на Півдні України сорго повинно стати основною кормовою культурою, в тому числі і в Одеському регіоні, тому що ця культура ідеально підходить для вирощування в степовій зоні [5].

Сориз (сорго рисозернисте) – нова цінна круп'яна культура, яка створена на базі селекційно-генетичного інституту (Україна, м. Одеса). Синтетичний сорт соризу Одеський-302 пройшов державні сортовипробування, внесені до реєстру сортів рослин України на 1999 рік і був прийнятий за національний стандарт. Одеський 302 – ранньостиглий високотехнологічний сорт з вегетаційним періодом 100-105 днів. Зерно світло-жовте, маса 1000 зерен – 34,5 г, скловидність ендосперми – (75-85) %. В ньому міс-

тяться 12,5 % білка, 6,5 % крохмалю, 3,1 % жиру. Широке впровадження соризу дасть можливість ефективніше використовувати складні агрокліматичні умови засушливих південних областей України [6].

Метою статті є вивчення впливу нетрадиційних рослинних білкових компонентів при оклеюванні ними білих і червоних столових вин на фізико-хімічні і органолептичні показники останніх, а також порівняння їх дії з традиційними білками тваринного походження, які застосовуються для цих цілей в виноробстві.

Об'єктом дослідження були натуральні білі і червоні виноградні столові вина Одеського регіону сезону 2007 р., надані для досліджень виноробними заводами Коблево, Сарати, Лиманського і Староказанського (із сортів Аліготе, Ркацтелі, Ріслінг, Совіньон, Шардоне і Мерло). Визначали дані види вин за фізико-хімічними показниками до обробки. Одночасно зі злакових культур сорго і соризу виділяли білки для подальшого приготування з них розчинів для пробної обробки ними вин. Для порівняльної оцінки якості оклеювання вин рослинними білками, які досліджувались, готували розчини з тваринних білків – желатину та рибацького клею, котрі традиційно використовуються для обробки вин в виноробній промисловості. Після проведення пробної оклейки визначали в усіх зразках найбільш сприятливі дози кожного з оклеювальних матеріалів (сорго, соризу, желатину та рибацького клею). Далі проводили виробничу оклейку вин визначеними дозами білкових матеріалів, оцінювали результати.

Схема експерименту зображена на рисунку 1.

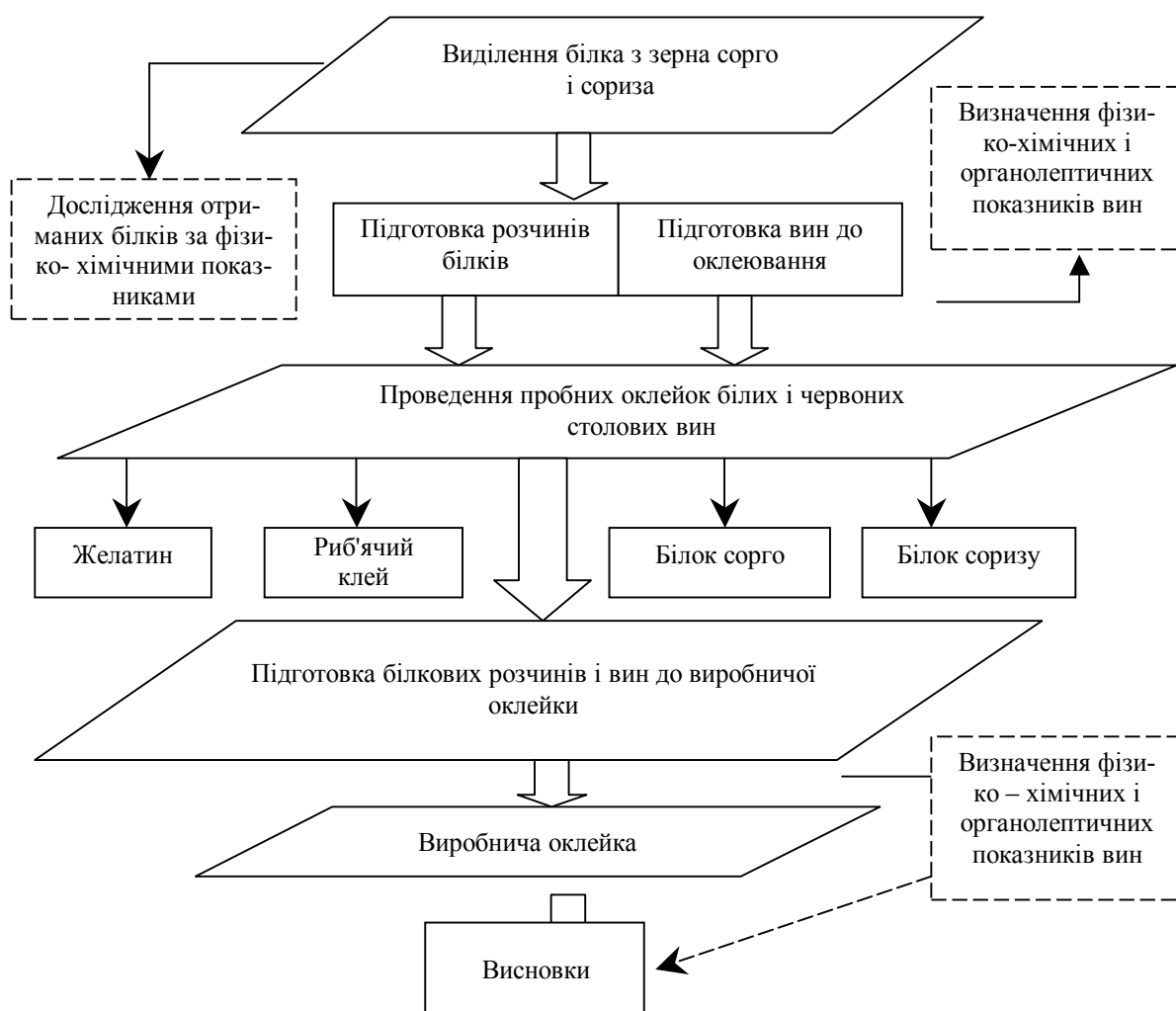


Рис. 1 – Схема експерименту

Отримані дані за основними показниками при виділенні білків з сорго і соризу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Виділення білків із зернових культур

Показники	Сорго	Сориз
Масова доля вологи в подрібненому зерні, %	11,34	11,07
Масова доля білку в подрібненому зерні, %	9,57	10,59
Вихід білкового продукту в перерахунку на а.с.р., %	3,99	4,52
Масова доля вологи в білковому продукті, %	4,19	5,13
Масова доля білку в білковому продукті, %	59,87	57,63
Маса білкового продукту, г	6,00	7,00

Дози оклеювальних білкових розчинів (як нетрадиційних, так і традиційних), визначених в ході пробної оклейки, зображені на рис. 2. Відповідно до рисунка 2 можна зробити висновки, що для досягнення бажаного результату по освітленню і стабілізації вин більш за всіх витрачається желатину (6-18 г/л), менше – соризу, сорго, а найменший показник – у риб'ячого клею. Слід зазначити, що білки тваринного походження найдорожчі (особливо риб'ячий клей, котрий отримують з осетрових риб!), ніж рослинні. А це в подальшому позначиться на собівартості готового вина.

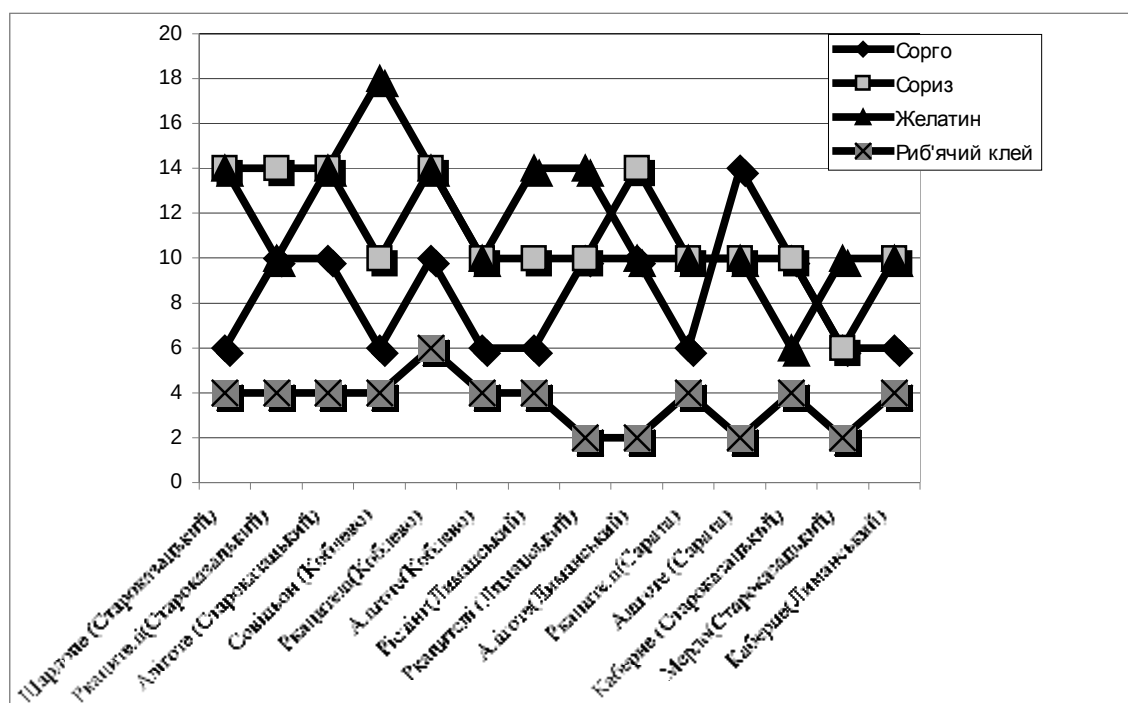


Рис. 2 – Дозування оклеювальних речовин при обробці виноматеріалів

При проведенні виробничого оклеювання червоних і білих вин використовували оптимальні дози рослинних та тваринних білкових матеріалів, після чого оцінювали фізико-хімічні та органолептичні показники столових вин, що наведені в таблицях 2-3.

Приведені дані щодо якісних змін білих і червоних столових виноматеріалів при використанні рослинних білків із сорго і соризу підтверджують, що рослинні білки можуть бути використані замість желатину та риб'ячого клею для стабілізації виноматеріалів і вин без зниження ефективності освітлення їх.

Результати, отримані при оклеюванні як червоних, так і білих вин білками злакових культур, показали, що рослинний білок має таку ж саму ефективну дію, що й тваринний, а по фізико-хімічним показникам і смаковим якостям, то готові вина, оброблені рослинними білками, кращі в порівнянні з винами, що оброблені тваринними білками. Нормативними документами Франції і інших країн Європи дозволяється застосування рослинних білків для певної мети. Таким чином, можна зробити висновок, що заміна білків тваринного походження на білки рослинної природи є перспективним напрямком у виноробстві.

Таблиця 2 – Вплив оклеювання білками злакових культур в порівнянні з традиційними тваринними білками на фізико-хімічні показники столових вин

Зразки		Об'ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація титруємих кислот, г/дм ³	Масова концентрація летких кислот, г/дм ³	Масова концентрація заліза, мг/дм ³	Масова концентрація загальних фенольних речовин, мг/дм ³	Масова концентрація барвних речовин, мг/дм ³	Масова концентрація вільної і загальної сірчистої кислоти, мг/дм ³
Виноматеріал червоний столовий Каберне «Старокозацький винзавод»	Вихідний зразок (необроблений в/м)	11,2	5,74	1,1	3,43	1806	405	16/160
	Обробка білком сориза	11,2	5,74	1,1	3,43	1738	395	16/160
	Обробка білком сорго	11,2	5,74	1,1	3,42	1753	395	16/160
	Обробка риб'ячим клеєм	11,2	5,74	1,1	3,43	1756	397	16/160
	Обробка желатином	11,2	5,74	1,1	3,42	1635	370	16/160
Виноматеріал червоний столовий Мерло «Старокозацький винзавод»	Вихідний зразок (необроблений в/м)	11,8	5,8	1,15	1,95	1796	390	17/170
	Обробка білком сориза	11,8	5,8	1,15	1,95	1640	375	17/170
	Обробка білком сорго	11,8	5,8	1,15	1,93	1646	385	17/170
	Обробка риб'ячим клеєм	11,8	5,8	1,15	1,95	1650	387	17/170
	Обробка желатином	11,8	5,8	1,15	1,92	1638	370	17/170
Виноматеріал білий столовий Ркацителі СПК «Лиманський»	Вихідний зразок (необроблений в/м)	10,2	5,08	0,92	6,5	680	335	14/140
	Обробка білком сориза	10,2	5,08	0,92	6,5	477	274	14/140
	Обробка білком сорго	10,2	5,08	0,92	6,45	473	278	14/140
	Обробка риб'ячим клеєм	10,2	5,08	0,92	6,4	477	282	14/140
	Обробка желатином	10,2	5,08	0,92	6,5	463	270	14/140

Таблиця 3 – Вплив оклеювання білками злакових культур в порівнянні з тваринними білками на органолептичні показники столових вин

Зразки		Прозорість до 0,5	Колір до 0,5	Букет до 0,5	Смак до 0,5	Типовість до 0,5	Заг. бал до 10
Виноматеріал червоний столовий "Каберне" (Староказацький винзавод)	Вихідний зразок (необроблений в/м)	З опалесценцією	Темно-рубіновий	Достатньо сильний букет, без зайвих відтінків	М'який, достатньо свіжий, недостатньо екстрактивний	Типове	7,6
	Обробка білком сорго	Кришталево прозорий	Темно-рубіновий	Більш зрілий, складений букет	Гармонійний, свіжий, більш м'який, ніж вихідний	Типове	8,0
	Обробка білком сориза	Кришталево прозорий	Темно-рубіновий	Зрілий, складений букет	Гармонійний, свіжий, м'який	Типове	7,7
	Обробка риб'ячим клеєм	Кришталево прозорий	Темно-рубіновий, з фіолетовим відтінком	Більш складний, схожий на попередній	Повніший смак, ніж у вихідного, м'який	Типове	7,8
	Обробка желатином	Кришталево прозорий	Темно-рубіновий	Зрілий, складений букет	Схожий на попередній, більш екстрактивний, свіжий	Типове	7,9
Виноматеріал червоний столовий "Мерло" (Староказацький винзавод)	Вихідний зразок (необроблений в/м)	З опалесценцією	Темно-червоний	Чистий, без сторонніх відтінків	Достатньо повний, гармонійний	Типове	7,7
	Обробка білком сорго	Кришталево прозорий	Темно-червоний	Чистий, складений, з легкими плодовими відтінками	М'який, свіжий, гармонійний	Типове	8,2
	Обробка білком сориза	Прозорий	Темно-червоний	Чистий, складений	М'який, свіжий, гармонійний	Типове	8,1
	Обробка риб'ячим клеєм	Прозорий	Темно-червоний	Чистий, складений	Повний, гармонійний, м'який	Типове	7,9
	Обробка желатином	Кришталево прозорий	Темно-червоний	Чистий, більш зрілий	Достатньо повний, свіжий, м'який	Типове	8,0
Виноматеріал білий столовий "Ркацителі" (СПК «Лиманський»)	Вихідний зразок (необроблен. в /м)	З опалесценцією	Світло-солом'яний	Дуже сильний букет, без зайвих відтінків	Достатньо повний, гармонійний	Типове	8,1
	Обробка білком сорго	Кришталево прозорий	Світло-солом'яний	Більш зрілий, складений, без зайвих відтінків	Чистий гармонійний, без зайвих присмаків	Типове	8,4
	Обробка білком сориза	Кришталево прозорий	Світло-солом'яний	Більш зрілий, складений, чистий	Чистий гармонійний, без зайвих присмаків	Типове	8,3
	Обробка риб'ячим клеєм	Кришталево прозорий	Світло-солом'яний	Зрілий, чистий, складений	Чистий гармонійний	Типове	8,3
	Обробка желатином	Прозорий	Світло-солом'яний	Зрілий, чистий, складений	Чистий гармонійний	Типове	8,2

Фізико-хімічні показники вин визначали за загальновідомими методиками [4, 7, 8,]. Зразки, оброблені білками сорго, мають найвищу дегустаційну оцінку. Обробка виноматеріалів білком соризу та риб'ячим клеєм майже однаково впливає на фізико-хімічні показники і дегустаційну оцінку готових вин, що видно з наведених даних таблиць 2 і 3.

Висновки

Таким чином, досліджено нові білкові освітлювачі, отримані з нетрадиційних злакових культур: сорго і соризу, виявлено дози, зображено вплив оклейки рослинними білковими компонентами в порівнянні з тваринними на якість і стабільність столових вин. Нові, більш дешеві рослинні оклеювальні матеріали (що відобразиться на собівартості готового вина) за своєю природою ближчі до вина, ніж білки тваринного походження. Крім того, якість столових вин при оклеюванні їх речовинами білкового походження вища, ніж при використанні традиційних білкових матеріалів.

Література

1. Косюра В.Т., Донченко Л.В., Надикта В.Д. Основы виноделия. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 440с.
2. Толстенко Д.П., Гержикова В.Г., Аникина Н.С. Системный подход к обработке белых столовых виноматериалов // Виноделие и виноградарство. - №6. – 2003. – С.28-31.
3. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 159с.
4. Рибера-Гайон Ж., Пейно Э., Рибера-Гайон П., Сюдро П. Теория и практика виноделия. - Т. 4.: Освещение и стабилизация вин. Оборудование и аппаратура/ Пер. с франц. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 416 с.
5. Морару Г.А. Селекция пищевого сорго // Кукуруза и сорго.- №2, 1988. –С.39-40.
6. Дремлюк Г.К. Селекция синтетических сортов сориза на раннеспелость: Збірник наукових праць СГП. – вип. 41. - Одеса, 1999.
7. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. – 624с.
8. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. д.т.н. Гержиковой В. Г. – Симферополь: «Таврида», 2002. – 423с.
9. Русаков В.А., Абрамова Т.Б., Кучеренко Т.В. Целесообразность использования виноградных семян для стабилизации белых и розовых столовых вин / Наук. праці ОДАХТ. - №23. – 2002. –С.197-200.
10. Русаков В.А., Мельник И.В. Влияние обработки семенами амаранта, желатином, рыбным клеем в сочетании с бентонитом на качество и стабильность красного столового вина./ Наукові праці ОДАХТ. - №23. – 2002. –С. 281-283.

УДК 663.5.24:661.94

ВПЛИВ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕТАНОЛУ

Попова Е.М. д-р біол. наук, професор, **Боровікова Н.О.**, аспірант
Київський національний авіаційний університет, м. Київ
Фефелов О.О., канд. техн. наук
Колективне науково-виробниче підприємство «Нуклон-1», м. Харків

З метою зменшення накопичення у спиртовій та лікєро-горілчаній промисловості побічних та вторинних продуктів бродіння досліджено вплив магнітної обробки на спиртову бражку. Доведено, що вплив магнітного поля протягом 10 с зменшує кількість побічних та вторинних продуктів на 40 %, а гліцерину – на 7,9 %.

With the purpose of reduction of accumulation in spirit and the vodka industry collateral and by-products of fermentation influence of magnetic processing on spirit бражку is investigated. It is proved, that influence magnetic fields during 10 s reduces quantity collateral and by-products of fermentation by 40 %, and glycerin – on 7,9 %.

Ключові слова: етанол, магнітна обробка, побічні продукти, гліцерин, бражний дестилат.

Вступ. В останні роки науково-технічний прогрес в харчовій і переробній галузях промисловості здійснюється за двома основними напрямками: удосконалення виробництв харчової продукції на базі традиційних принципів і радикальних змін технологічних процесів на основі використання досягнень науки і техніки.

Зусилля дослідників направлені на застосування нових і нетрадиційних способів фізичної, теплової, силової дії, екструзійної, мембранної технологій, біотехнології з метою інтенсифікації харчових технологій, які дозволяють виробляти якісні продукти харчування нових рецептур і широкого асортименту заданої форми з новими фізико-хімічними властивостями. Використовують нетрадиційні носії енергії: змінні електромагнітні поля надвисокої і низької частоти (мікрохвилі), прискорені електрони та ін. частинки, магнітні та імпульсні поля, поля високої напруги, світлові імпульси, пульсуючі електричні поля, інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання, ультразвук, вібрацію, електроплазмоліз, обробку лазерним променем та ін.

На фізико-хімічні й органолептичні показники ректифікованого спирту в процесі виробництва неабияк впливають різні фактори, в тому числі домішки.

Дослідивши різні сорти спирту, було встановлено, що в ньому наявно майже сорок речовин. Одні речовини перебувають у спирті в мінімальній кількості, інші – властиві тільки деяким особливим його родам, треті – за хімічним складом й властивостями – близькі до домішок, що переважають у даному спирті, четверті – легко виділяються при перегонці [1].

Домішки, будучи присутніми у спирті навіть у незначній кількості, значно погіршують смакові якості спирту й надають йому неприємний запах, а головне – вони шкідливі для людського організму.

Тож впровадження в практику спиртозаводів хроматографічних методів аналізу дало змогу надійніше визначати вміст таких домішок, як, наприклад, ефіри, альдегіди, сивушні спирти й розробляти методи щодо регулювання їх у готовому продукті.

Встановлено два основних взаємозумовлюючих напрямки утворення домішок у спирті – метаболічний і технологічний. Перший залежить від виду дріжджів, які використовують для збродження біохімічного складу сусла, та умов культивування дріжджів, рівня інфікованості зброджуваних мас, а особливо – видової наявності мікроорганізмів, що спричиняють інфікованість основних та допоміжних видів сировини. Технологічний напрямок зумовлений ботанічним складом, біохімічною дефектністю сировини, тепловими режимами її розварювання, технологією виділення та ректифікації спирту [2].

Одна з причин утворення побічних продуктів у вигляді вищих спиртів – недостатня кількість азоту в середовищі, на якому культивуються дріжджі, оскільки утворення вищих спиртів зумовлене передусім синтезом дріжджів амінокислот, необхідних для їх життєдіяльності. Враховуючи всі особливості умов нормальної життєдіяльності дріжджів, у процесі бродіння можна виділити два основних періоди, які характеризуються різним станом дріжджів. В індукційному періоді бродіння, який збігається з логарифмічною фазою, інтенсивно накопичується біомаса дріжджів за невелику швидкості споживання вуглецевого субстрату та більшої – азотистого живлення.

Мета досліджень. Мета нашої роботи полягала в дослідженні впливу різних конструкцій магнітних установок та потужності магнітних полів на накопичення побічних та вторинних продуктів бродіння.

Об'єкти досліджень. При приготуванні чистої культури використовували дріжджові клітки *Saccharomyces cerevisiae* раси В, які висівали на омагнічене стерильне меласне сусло концентрацією (10-12) % СР і культивували в термостаті при температурі 30 °С протягом 24 годин.

Блок-схема приготування дріжджів наведена на рис. 1

Для досліджень використовували магнітні установки „Нуклон-Кл-Х”, „Нуклон-Кл-У”, „Нуклон-МГД”, „Нуклон-ЗАВ”, „Нуклон-БУР”.

Швидкість проходження потоку спиртової бражки в активній зоні робочого зазору змінювали від 5 с до 60 с.

Обговорення результатів досліджень. Зі всіх використаних установок обрано установку „Нуклон-Кл-Х”, що сприяє меншому накопиченню побічних та вторинних продуктів бродіння, що характеризується величиною магнітної індукції в центрі робочого зазору від 0 до 40,0 мТл, частотою (10±2) Гц і швидкістю переміщення потоку (0,5-1,5) м/с та утворює пульсуюче магнітне поле.

Результати досліджень наведено у таблиці 1.

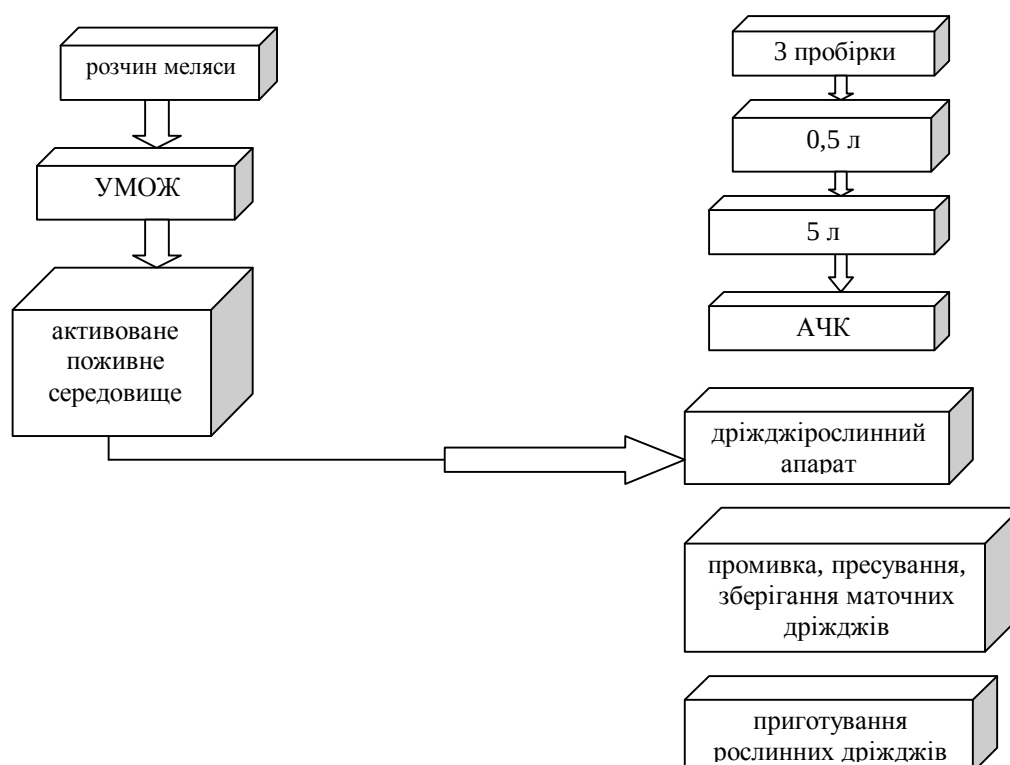


Рис. 1 – Блок-схема приготування дріжджів

Таблиця 1 – Вплив магнітної обробки на накопичення побічних та вторинних продуктів бродіння

Термін активування сула, с	Вміст в бражному дистиляті				
	альдегідів, мг/дм ³ безводного спирту	сивушні масла, мл/дм ³	кислот, мг/дм ³ безводного спирту	ефірів, мг/дм ³ безводного спирту	вищих спиртів, мг/дм ³ безводного спирту
Без обробки (контроль)	10,23	154,36	102,0	133,76	134,36
5	9,21	134,48	98,6	128,36	132,34
10	7,31	130,48	94,8	98,56	130,48
15	7,64	129,42	92,2	64,22	129,92
20	12,39	130,48	109,0	77,28	130,31
40	12,71	136,45	101,1	109,5	136,45
60	13,6	144,50	99,2	109,80	138,50

З таблиці видно, що вміст альдегідів в бражних дистилятах, отриманих з омагніченого м'ясного сула протягом 10 с, на 40 % менший в порівнянні із контрольним. Збільшення терміну обробки приводить до збільшення накопичення альдегідів.

При активуванні сула протягом (10-20) с в бражці накопичується менше альдегідів, ефірів, кислот та вищих спиртів. Збільшення терміну омагнічування до (40-60) с призводить до підвищення накопичення побічних та вторинних продуктів в бражці.

Наступним етапом наших досліджень було визначення впливу магнітних полів на накопичення гліцерину в бражці.

Гліцерин утворюється у невеликій кількості при спиртовому бродінні та є побічним продуктом спиртового бродіння. На останньому етапі процесу бродіння, що проходить у нормальних умовах, існує відновлення значної кількості оцтового альдегіду в етанол. Але якщо оцтовий альдегід зв'язати сульфідом натрію, то напрямок спиртового бродіння зміниться у бік створення більшої кількості гліцерину.

Кількість гліцерину в бражці досліджували пікнометричним методом.

Зразками дослідження були: спиртова бражка на основі мелясного суслу оброблена та не оброблена магнітними полями. Результати досліджень наведено нижче.

Вміст гліцерину в кубових залишках після перегонки бражки найменший при обробці на магнітній установці „Нуклон-МГД” протягом 10 с, що становить 7,9 % до контролю. При збільшенні терміну обробки (від 5 до 15 с) кількість гліцерину зменшується стосовно контрольного зразка на (4,8-33,8) %.

Результати досліджень наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вплив магнітної обробки на накопичення гліцерину

Термін активування суслу, с	Вміст в бражному дистиляті гліцерину, г/дм ³		
	Нуклон-Кл-Х	Нуклон-Кл-У	Нуклон-МГД
Без обробки (контроль)	2,28	2,28	2,28
5	2,21	2,18	2,19
10	2,22	2,15	2,10
15	2,24	2,22	2,21
20	2,37	2,39	2,39
40	2,71	2,55	2,60
60	3,1	3,0	3,05

Висновки

Результати досліджень показали, що ефект магнітної обробки залежить від напруженості магнітного поля в робочому зазорі активної зони, довжини активної зони, швидкості потоку, величини градієнта, вектора магнітної індукції, структури й властивостей спирту, а максимальний ефект від впливу полів спостерігається при цілком певних оптимальних умовах роботи установок.

Література

1. Технологія спирта. Яровенко В.Л. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 464.
2. Л.В. Кислая, С.Н. Усатюк, В.А. Домарецкий и др. Теоретическое обоснование окислительных процессов при смешивании спирта в ликероводочном производстве. Киев, Укр. гос. ун-т пищевых технологий, с.42-45.

УДК 663.125:663.252.31

ДО ПИТАННЯ ПРО ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ДРІЖДЖІВ-ШИЗОСАХАРОМІЦЕТІВ

Бабакіна Е.Л., канд. техн. наук

ЮФ «Кримський агротехнологічний університет» НУБ і ПУ, м. Сімферополь

Толстенко Д.П., канд. техн. наук

Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, м. Сімферополь

Кишковська С.А., д-р техн. наук

Національний інститут винограду і вина «Магарач», м. Ялта

Толстенко Н.В., канд. техн. наук

РУ Департаменту САТ ДПА України в АРК, м. Сімферополь

Стаття присвячена дослідженню життєздатності дріжджів-шизосахароміцетів, що вносяться до нагрітої м'язги при різних температурах. Можливість поєднання процесів яблучно-спиртового і спиртового бродіння м'язги при температурі 50-40 °С робить технологічно обґрунтованим використання дріжджів-шизосахароміцетів як агента біологічного кислотозниження в технології Кагору.

The article is devoted for research of viability of Schizosaccharomyces, brought in heated pulp at different temperatures. Possibility of combination of processes of an apple-spirit and spirit fermentation of pulp at the temperatures of 50-40 °C does technologically grounded the use of as a biological agent in technology of cahors wine.

Ключові слова: органічні кислоти винограду, дріжджі-шизосахароміцети, м'язга, яблучно-спиртове і спиртове бродіння, концентрація дріжджів.

Дріжджі виду *Schizosaccharomyces acidodevoratus* в останні тридцять років привертають до себе увагу як найбільш простий і надійний агент біологічного кислотозниження в порівнянні з молочнокислими бактеріями. Використання дріжджів-шизосахароміцетів в порівнянні з молочнокислими бактеріями відзначається надійністю, простотою виконання і регулювання процесу, що викликається ними, можливістю отримання кондиційних за титрованою кислотністю матеріалів на стадії сусла, м'язги і виноматеріалів.

Докладне вивчення впливу дріжджової мікрофлори винограду, виноградного сусла і вин на наявність шизосахароміцетів проводилося в Італії, Греції, Німеччині [5]. У СРСР такі дослідження проведені Науково-дослідним інститутом «Магарач» у 80-их роках минулого сторіччя [1-6].

Дріжджі, що відносяться до роду *Schizosaccharomyces*, мають форму від кулястої до циліндричної, розмножуються діленням. У виноградному соці клітини найчастіше циліндричні із закругленими кінцями.

Вперше на здатність шизосахароміцетів споживати яблучну кислоту звернув увагу в 1926 р. Остервальдер. На відміну від молочнокислих бактерій, вони не утворювали молочну кислоту.

При цьому з 1 г яблучної кислоти виходить 343 мг етанолу і 656 мг CO_2 або 2,33 г яблучної кислоти дають збільшення об'ємної частки спирту в середовищі на 0,1 % об. Пейно (1964) встановив, що дріжджами використовується L-яблучна кислота.

Виноградне сусло або м'язга не є сприятливим середовищем для розвитку шизосахароміцетів. На виноградному суслі штами дріжджів розмножуються приблизно в 1,5-2,0 рази повільніше винних. Після мікрозасіву ($0,02 \text{ млн/см}^3$) тривалість лаг-фази складає 19-28 ч. Максимальна концентрація дріжджів на 4-у добу зростання – 149 млн/см^3 , мінімальна, – 20 млн/см^3 . Слід зазначити, що в умовах, які є оптимальними для росту, тривалість клітин шизосахароміцетів складає 25-30 хв.

Оптимальна температура росту шизосахароміцетів коливається в межах (27-30) °C, за температурою, яка нижче 20 °C їх розвиток йде поволі і метаболізм порушується [5]. При цьому дріжджі витримують високі температури. За даними Н.І. Бур'ян [2] температура пастеризації плодово-ягідного сусла повинна складати (75-80) °C, при (42±1) °C вони цілком життєздатні.

Термостійкість дріжджів-кислотознижувачів і їх здатність одночасно індукувати яблучно-спиртове і спиртове бродіння в умовах практично стерильної від сторонніх мікроорганізмів м'язги (що остигає після нагрівання) можуть мати практичне значення під час виробництва кагорів.

Мета роботи: визначити вплив температури м'язги на життєздатність дріжджів-шизосахароміцетів для проведення яблучно-спиртового і спиртового бродіння.

Методика досліджень. Об'єктом досліджень були сусли і м'язга червоних сортів винограду, перероблених в сезон 2008 року на винзаводі ЗАТ «Бурлюк», АР Крим, дріжджі виду *Schizosaccharomyces acidodevoratus* раси КП-1, що використовували у вигляді рідкої розводки, а також процеси біологічного кислотозниження м'язги при різних температурах.

Нами була відібрана, проаналізована і нагріта до температури 70 °C в лабораторних умовах м'язга трьох сортів винограду: Каберне-Совіньон, Сапераві, Бастардо Магарацький в сепажі. Після охолодження до температури 60 °C (варіант 1), 50 °C (варіант 2) і 40 °C (варіант 3) до м'язги вносилися розводка дріжджів шизосахароміцетів в кількості 3 %. М'язга контрольного варіанту охолоджувалася до 25 °C і до неї вносилися дріжджі сахароміцети в кількості 3 %. Схема експерименту представлена на рис. 1.

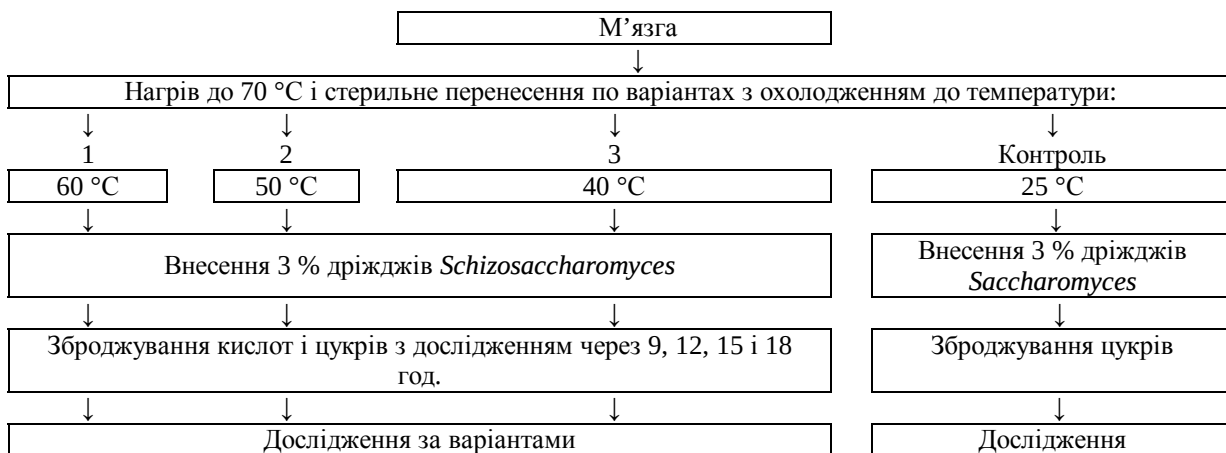


Рис. 1 – Схема постановки експерименту

У ході експерименту визначалися наступні показники:

— хімічний склад сепажу (концентрація цукрів, основних органічних кислот, титрована кислотність, рН);

— температура м'язги, титрована кислотність, концентрація цукрів, кількість дріжджових клітин (живих і таких, що розмножуються) через 9, 12, 15 і 18 годин експерименту.

Визначення фізико-хімічних показників суслу і м'язги проводили згідно з загальноприйнятими методами аналізу [7].

Належність культур дріжджів до того або іншого роду встановлювали мікроскопіюванням за способом вегетативного розмноження [3]. Про життєздатність дріжджів судили за співвідношенням мертвих клітин до клітин, що розмножуються в середовищі і за інтенсивністю процесів кислотозниження і зброджування цукрів.

Масову концентрацію органічних кислот в суслі визначали за допомогою біохімічного модифікованого методу [1]. Суть методу полягає у визначенні зниження титрованої кислотності суслу після внесення дріжджів шизосахароміцетів, що повністю утилізували за певний час яблучну кислоту.

Згідно даним Пейно, 4 г вологих дріжджів здатні за 1 годину при температурі 25-30 °С збродити до 100 мг яблучної кислоти, тобто протягом 5 годин за такими ж умовами 200 мг вологих дріжджів здатні повністю зруйнувати яблучну кислоту в 5 см³ проби при її концентрації 5 г/дм³.

Сусло в кількості 50 см³, піддане короткочасному кип'ятінню і охолодженню до 30-35 °С, додавали в стерильних умовах до вологих свіжих дріжджів-кислотознижувачів (близько 5 г) і перемішували. Протягом 6 годин дріжджі повністю руйнували яблучну кислоту суслу. Періодичне перемішування прискорювало реакцію. Потім видаляли вуглекислий газ збовтуванням під вакуумом протягом 5-8 хв. і визначали кислотність титруванням лугом.

За різницею вмісту титрованих кислот суслу до і після ферментації дріжджами (відповідно ТК₁ і ТК₂) визначали концентрацію яблучної кислоти (ЯК). Близько 1,0 – 0,6 г/дм³ складає лимонна кислота (ЛК). Вміст винної кислоти (ВК) розраховується як різниця між первинною титрованою кислотністю і концентраціями яблучної і лимонної кислот.

$$\text{ЯК} = \text{ТК}_1 - \text{ТК}_2 \quad (1)$$

$$\text{ВК} = \text{ТК}_1 - \text{ЯК} - 0,6 \quad (2)$$

Даною методикою можна користуватися як експрес-методом в період переробки винограду. За необхідністю отримання точніших результатів користуються методиками МОВВ [7].

Розводки дріжджів готували загальноприйнятим способом – шляхом поступового нарощування маси активних клітин.

Результати досліджень.

Сепаж м'язги для експерименту був складений в співвідношенні: Каберне-Совіньйон – 20 %, Бастардо Магарацький – 40 %, Сапераві – 40 %.

Фізико-хімічні показники м'язги наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад м'язги винограду

Склад сепажу	Показники	Значення
Каберне-Совіньйон – 20 %, Бастардо Магарацький – 40 %, Сапераві – 40 %	Масова концентрація цукрів, г/дм ³	230
	Титрована кислотність, г/дм ³ , у т.ч.	9,0
	– винна кислота	3,3
	– яблучна кислота	4,6
	рН	3,1

Наведені дані показали наявність достатньо високої концентрації яблучної кислоти (4,6 г/дм³), що обґрунтовує ефективність використання дріжджів-шизосахароміцетів для її утилізації.

Дріжджові розводки вносили до дослідних і контрольного варіантів в кількості 3 % від об'єму зразка. У активній дріжджовій розводці містилося 100-150 млн. клітин в 1 см³, серед них 30-50 % клітин, що діляться, і не більше 5 % мертвих.

Перевірка життєздатності дріжджів при різних температурах м'язги наведена в табл. 2.

Дані таблиці свідчать про те, що оптимальні температури для життєдіяльності дріжджів-шизосахароміцетів лежать в діапазоні температур (40-50) °С. При температурі 60 °С майже 50 % дріжджів загинули, але під час охолодження м'язги кількість мертвих клітин неухильно зменшувалася, і за 12-18 годин з'явилися клітини, що навіть ділилися.

Таблиця 2 – Стан дріжджів в ході експерименту

Температура, за якої додавали дріжджі, °С		Кількість дріжджових кліток (%) в середовищі за часом контролю, год.							
		мертвих				що розмножуються			
		9	12	15	18	9	12	15	18
Дослід	60	48	35	20	10	–	5	10	25
	50	4	3	2	1	24	35	42	48
	40	3	2	1	1	33	42	45	48
Контроль	25	3	2	1	1	48	50	52	54

Динаміка зниження концентрації цукрів і титрованих кислот м'язги наведена в таблиці 3 і на рис. 2.

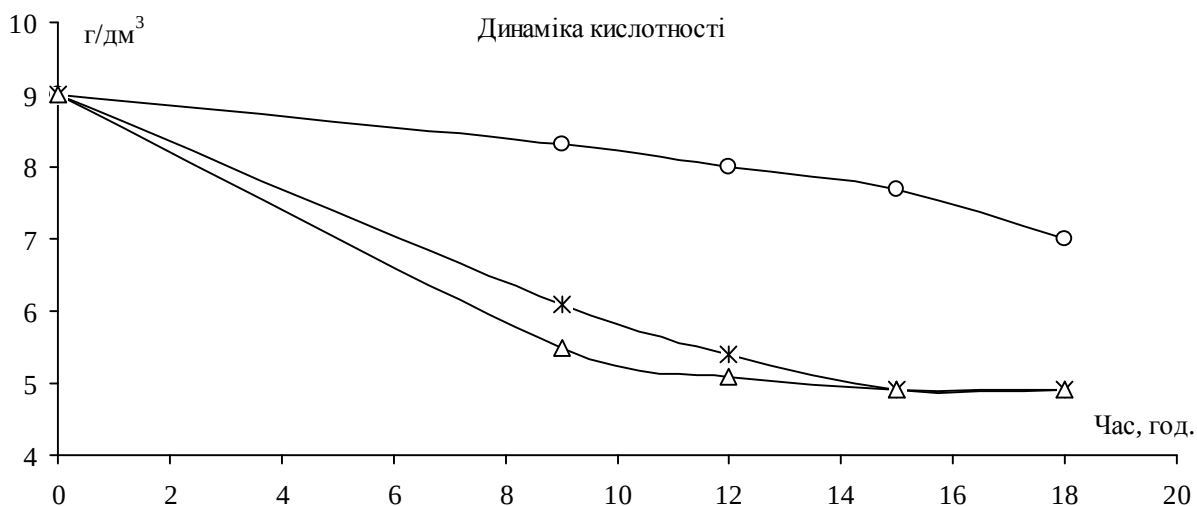
Таблиця 3 – Зниження концентрації цукрів і титрованих кислот м'язги

Температура, за якої додавали дріжджі, °С		Зниження кислотності (г/дм ³) протягом часу, год.				Зниження цукристості (г/дм ³) протягом часу, год.			
		9	12	15	18	9	12	15	18
Дослід	60	0,7	1,0	1,3	2,0	1,5	4,5	9,6	12,8
	50	2,9	3,6	4,1	4,1	6,5	25,0	36,0	45,0
	40	3,5	3,9	4,1	4,1	18,0	30,2	38,0	46,0
Контроль	25	–	–	–	–	20,5	36,0	49,0	78,0

Дані таблиці 3 підтверджують результати табл. 2 і свідчать про те, що в дослідних зразках в діапазоні температур (50-40) °С (зразки 2 і 3) вже за 9 годин з моменту внесення розводки дріжджів величина зниження кислотності склала 2,9 і 3,5 г/дм³ відповідно, за 12 год. – 3,6 і 3,9, а за 15 год. – 4,1 г/дм³ в обох зразках, тобто практично порівнялася. Зниження кислотності в 1 зразку за спостережуваний період свідчить про пригнічений стан дріжджів в початковий період (0,7 г/дм³) і зниження на 2,0 г/дм³ за 18 год. спостереження.

Темпи зниження вмісту цукрів за аналогічний період в зразках 2 і 3 склали від 6,5 до 45 г/дм³ і від 18 до 46 г/дм³ відповідно. Граничний за зброджуванням цукрів момент (до 30 г/дм³) спостерігався між 12 і 15 годинами спостереження, що співпадало з максимальною утилізацією яблучної кислоти дріжджами.

Дріжджі-сахароміцети (контроль) зброджували до 30 г/дм³ цукрів на 9-12 годину ферментації, тобто, трохи раніше кислотознижувачів (рис. 2), не знижуючи кислотності м'язги, що відповідає літературним даним.



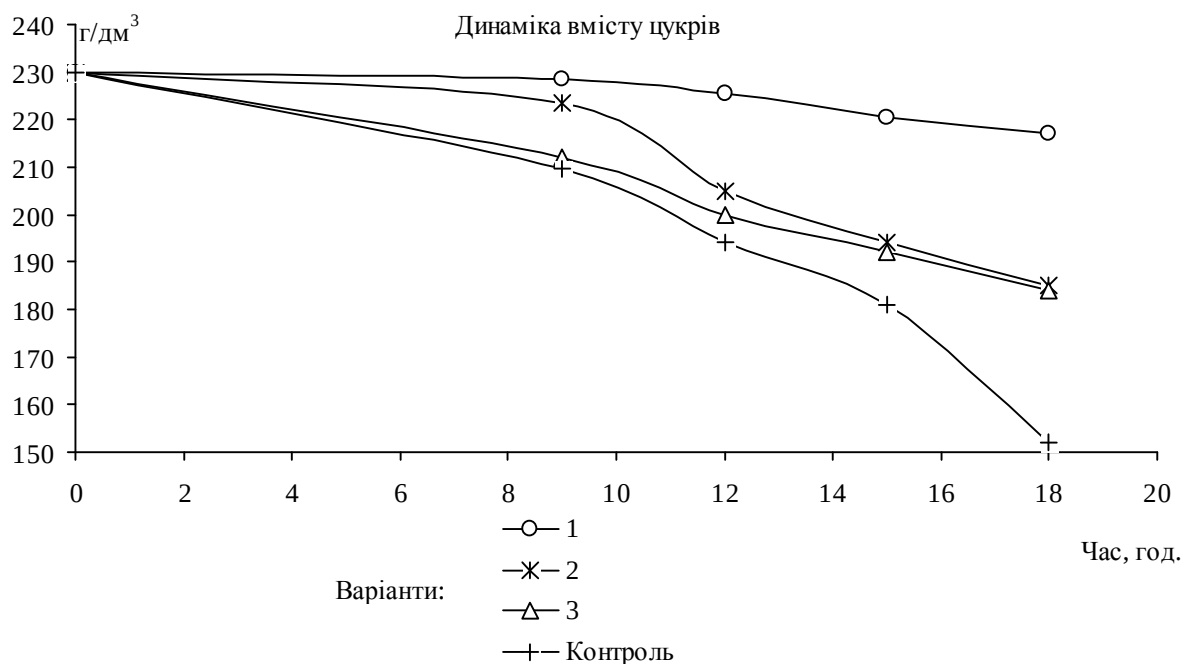


Рис. 2 – Динаміка зниження концентрації цукрів і титрованих кислот м'язги дріжджами-шизосахароміцетами при різних температурах

Висновки

1. Дослідження кислотності м'язги червоних сортів винограду для виробництва Кагору показало, що при технологічній зрілості винограду (230 г/дм³ цукрів) мала місце достатньо висока концентрація титрованих кислот (9,0 г/дм³), зокрема яблучна кислота (4,6 г/дм³), що вимагало утилізації останньої дріжджами-шизосахароміцетами.
2. Була підтверджена життєздатність дріжджів роду *Schizosaccharomyces* під час їх внесення до остигаючої м'язги при температурі (50-40) °С.
3. Доведено, що граничний для збродження цукрів момент (до 30 г/дм³) спостерігався за максимальної утилізації дріжджами кислоти між 12 і 15 годинами процесу.
4. Можливість поєднання процесів яблучно-спиртового і спиртового бродіння м'язги робить технологічно обґрунтованим використання дріжджів-шизосахароміцетів, як агента біологічного кислотозниження, в технології Кагору.

Література

1. Бабакина Э.Л. Технология получения активных сухих дрожжей рода *Schizosaccharomyces* и их использование при производстве виноматериалов: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Ялта, 1987. – 25 с.
2. Бурьян Н.И. – Микробиология виноделия. – 2-е изд. – Симферополь: Таврида, 2002. – 433 с.
3. Бурьян Н.И. – Практическая микробиология виноделия. – Симферополь: Таврида, 2003. – 560 с.
4. Итоги науки и техники. Том 8. Дрожжи рода *Schizosaccharomyces* и их роль в технологии виноделия. – М.: ВИНТИ. – 1992. – 77 с.
5. Кишковская С.А. Разработка технологии биологического кислотопонижения виноградного сусла, мезги и вин с использованием дрожжей рода *Schizosaccharomyces*: Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Ялта, 1990. – 60 с.
6. Методические рекомендации по биологическому кислотопонижению виноградного сусла и мезги с использованием дрожжей рода Шизосахаромицес. – Ялта: ВНИИВиВ «Магарач», 1981. – 10 с.
7. Методы теххимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.

РОЗДІЛ 2

**СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПЕРЕРОБЦІ
М'ЯСА ТА МОЛОКА**

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА БАЛИКА З ТЕРМІЧНОЮ АКТИВАЦІЄЮ

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Дубатова Г.В., аспірант, Асауляк А.В., аспірант, Врем'я І.Б., магістр

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Метою роботи є встановлення раціональних температурних параметрів термічної активації сировини при виробництві сирокоченого балика. В статті наведені результати дослідження виходу, масової частки вологи, рівня рН, водозв'язуючої здатності. Відмічено вплив термічної активації на накопичення фенолів та просолювання сировини.

The aim of this work is the establishment of rational temperature parameters of thermal activation of raw material by manufacture of the raw-smoked balyk. The results of research of the yield, the mass fraction of a moisture, the pH-level, the water binding capacity are submitted in article. The influence of thermal activation on accumulation of phenols and pickling raw material is marked.

Ключові слова : сирокочений балик, термічна активація сировини, температурні параметри, дозрівання.

Сирокочені делікатесні вироби займають окреме місце на ринку м'ясопродуктів Європи та користуються неабияким попитом серед споживачів.

Виробництво даних ферментованих виробів трудомістке і потребує особливо пильної уваги. Також дана продукція характеризується досить тривалим циклом виробництва, що підвищує її собівартість.

На кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів проводиться розробка сирокочених продуктів із застосуванням нового прийому – термічної активації сировини, який дозволяє прискорити їх дозрівання та зменшити тривалість виробничого циклу [1].

Для інтенсифікації ферментативних процесів, які проходять при дозріванні сирокочених виробів, було запропоновано провести активацію сировини шляхом термічного впливу при виробництві балика «Дарницький».

Мета роботи – встановлення раціональних температурних параметрів термічної активації сировини при виробництві балика.

Для здійснення мети, дослідні зразки піддавали попередній термічній обробці (окрім контролю) до температур 30, 40 і 50 °C в центрі виробів відповідно.

Вибір даного діапазону температур (30 – 50 °C) зумовлено тим, що для більшості ферментів оптимум протеолітичної активності приходить на 40 – 50 °C, а початкові денатураційні зміни білкових молекул відбуваються вже при 30 °C.

Під час експерименту вимірювали фізико-хімічні показники упродовж 72 годин дозрівання балика.

Масова частка вологи вказує на проходження технологічних процесів, які базуються на зневодненні продукту – копчення та сушіння.

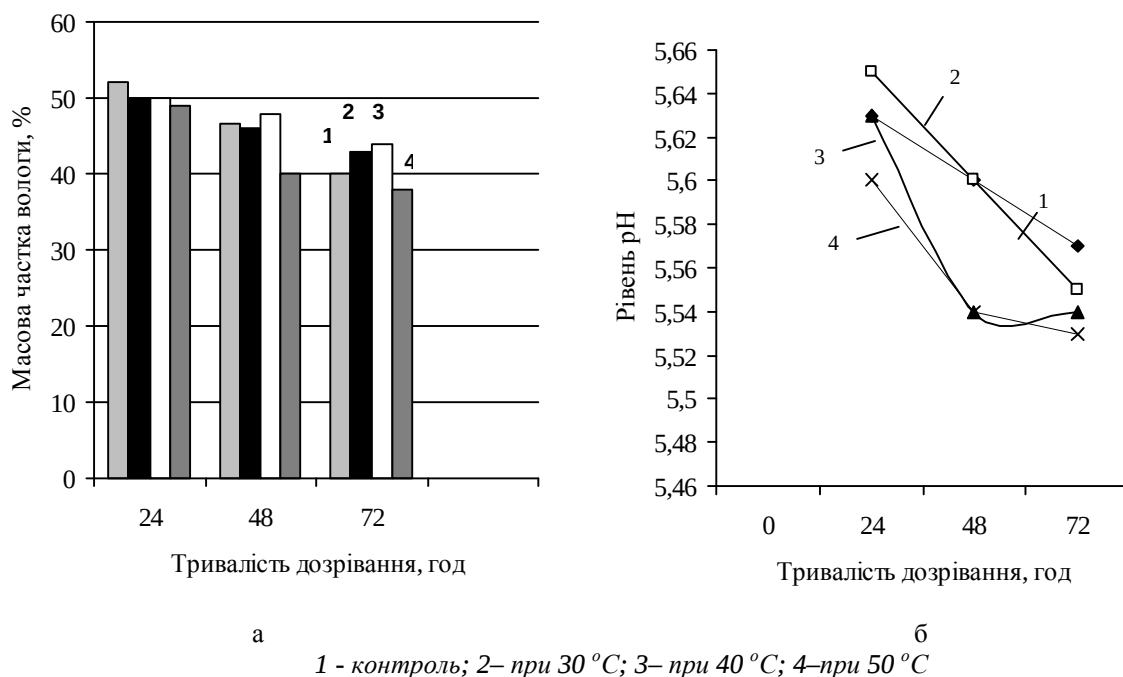
Зміни масової частки вологи наведені на графіку 1 (а). Вміст вологи змінюється більш інтенсивно на початку експерименту в зразках з термічною активацією. Для готового продукту найбільшу частку вологи мають зразки з температурою активації 40 °C і 30 °C. За однаковий проміжок часу дослідні зразки мають вищий вміст вологи.

Рівень рН впливає на висушування виробів та на вихід готового продукту. Початковий рівень рН сировини складає 5,8, це свідчить про нормальний розвиток автолітичних змін сировини та виключає вплив дефектів сировини на якість готових виробів. Динаміка зміни рівня рН зображена на рис. 1 б.

При дозріванні рівень рН змінюється поступово і наприкінці дослідного процесу досягає практично однакового значення. Найбільш інтенсивне зниження рівня рН спостерігається в зразка з температурою активації 50 °C, що підтверджується інтенсивною втратою вологи під час дозрівання.

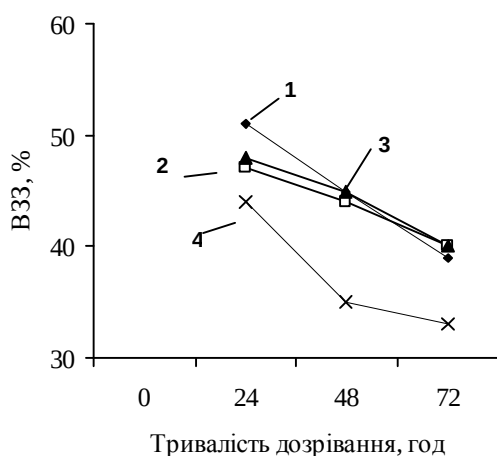
Рівень рН також впливає на водозв'язуючу здатність зразків. Водозв'язуюча здатність характеризує слабкозв'язану вологу та має вплив на пружні властивості продукту та вихід, що займає не останнє значення в оцінюванні нових режимів активації.

Отже, можна стверджувати, що термічна активація сировини при 40 °C дозволяє створити кращі умови для проходження складних ферментативних процесів при дозріванні.



1 - контроль; 2 - при 30 °C; 3 - при 40 °C; 4 - при 50 °C

Рис. 1 – Зміна вмісту масової частки вологи (а) та рівня pH (б) при дозріванні сиркопченого балика «Дарницький», в залежності від температури активації сировини



1 - контроль; 2 - 30 °C; 3 - 40 °C; 4 - 50 °C

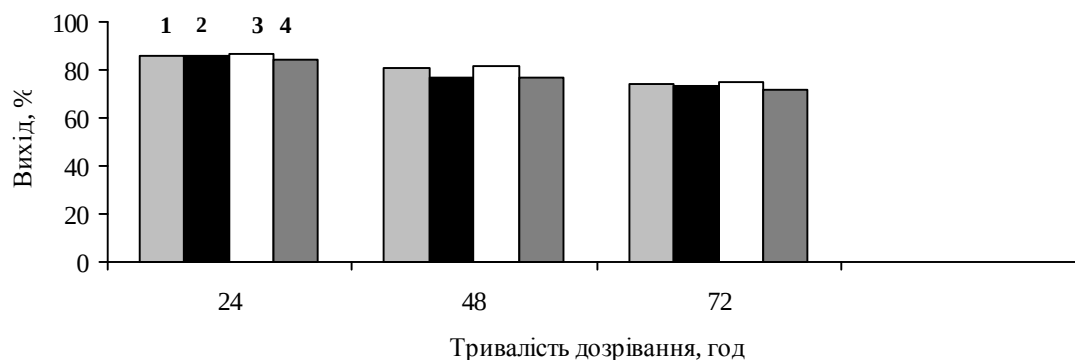
Рис. 2 – Зміна водозв'язуючої здатності зразків при дозріванні сиркопченого балика «Дарницький»

На рисунку 2 зображені показники водозв'язуючої здатності (ВЗЗ) в залежності від температури активації на протязі дозрівання сиркопченого балика.

Найменшу водозв'язуючу здатність має зразок з температурою в центрі 50 °C, відповідно для цього зразка характерний найменший вихід та найбільш щільна консистенція. Найкращі показники водозв'язуючої здатності має зразок з попередньою обробкою 40 °C, що корелюється з показниками виходу та консистенції.

Вихід є одним з основних критеріїв оцінювання готової продукції. На діаграмі 3 зображено вихід балика в залежності від температури активації. Зразки з активацією 40 °C мають найвищий вихід, що зумовлено особливостями проходження фізико-хімічних процесів при даній температурі.

Найменший вихід відмічено у зразка з температурою обробки 50 °C в центрі виробу, що спричинено проходженням денатураційних процесів білків м'яса, внаслідок чого відбувається втрата вологи, а отже і зменшується вихід готового продукту.

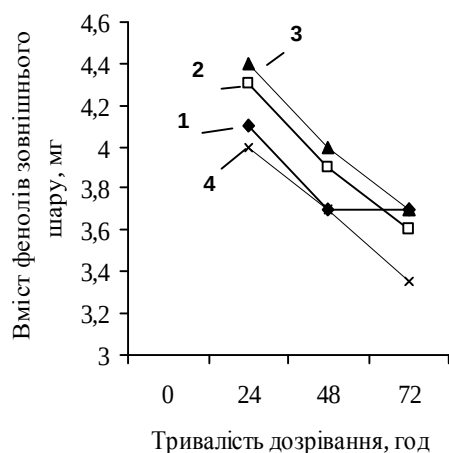


1 - контроль; 2 - 30 °C; 3 - 40 °C; 4 - 50 °C

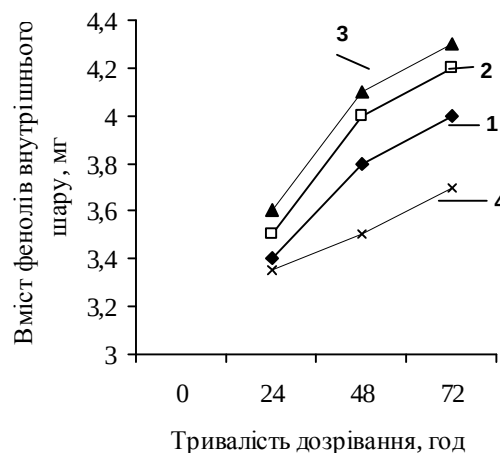
Рис. 3 – Вихід продукції в залежності від температури активації сировини

Одним з показників готовності сирокочених продуктів є вміст фенолів у продукті [2]. Копчення виступає в якості консервуючого впливу і у виробництві сирокочених продуктів займає першочергове значення. На протязі експерименту вимірювали вміст фенолів у центральних та зовнішніх шарах модельних зразків при дозріванні.

Вміст фенолів зовнішнього шару наприкінці дозрівання зменшується внаслідок втрат в результаті летючості фенольної фракції копильного диму. Вміст фенолів зовнішніх шарів в залежності від температури активації сирокоченого балику «Дарницький» протягом експерименту наведено на діаграмі 4 а.



а



б

1 - контроль; 2 - 30 °C; 3 - 40 °C; 4 - 50 °C

Рис. 4 – Вміст фенолів зовнішніх (а) та внутрішніх (б) шарів балика «Дарницький» протягом дозрівання

Вищий вміст фенолів у зразку з температурою 40 °C, коли зразок з температурою 30 °C та контроль мають приблизно однаковий вміст фенолів

Вміст фенолів центральних шарів (рис. 4 б), на відміну від вмісту зовнішнього шару, збільшується внаслідок висушування та дифузії фенолів всередину продукту, що вказує на достатній вплив копчення і може характеризувати кулінарну готовність сирокоченої продукції та забезпечує тривале зберігання продуктів. Найкращі показники має зразок з 40 °C, на відміну від інших зразків.

Низькі значення вмісту фенолів зразка при 50 °C вказує на проходження денатураційних процесів, швидке зневоднення продукту та зменшення проникності фенолів

Не менш важливим компонентом для консервування сирокоченої продукції та проходження фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, виступає хлорид натрію. Хлорид натрію надає продукту відповідних смакових властивостей. Вміст солі визначали також в центральних та зовнішніх шарах зразків при дозрівання (рис. 5 а і б). Дані показники корелюються зі значеннями масової частки вологи.

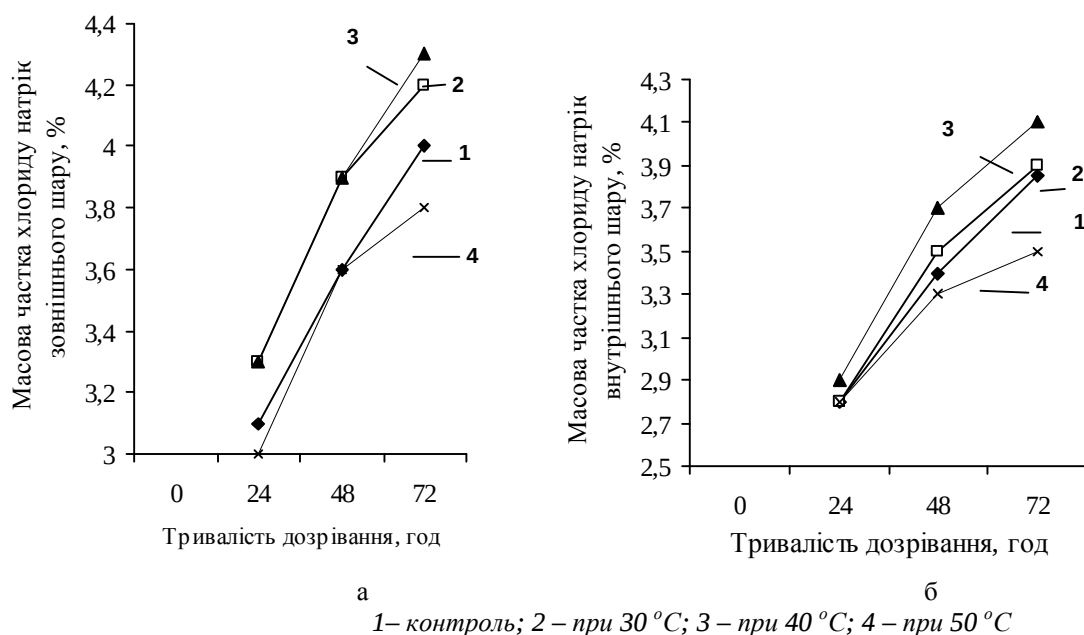


Рис. 5 – Інтенсивність проникнення солі зовнішніх (а) та внутрішніх (б) шарів балика «Дарницький» протягом дозрівання

Найнижчі показники має зразок при 50 °С, що є наслідком передчасного висушування. Обраний за попередніми показниками зразок при 40 °С вирізняється за збільшенням масової частки хлориду натрію в зовнішніх шарах і має найбільше значення наближене до ГОСТу [3] вже на 48 годину дозрівання.

Вміст солі центральних шарів сирокочених продуктів вказує на швидкість проникнення солі. З графіку видно, що вже на початку дозрівання вміст солі у зразка з температурою обробки в центрі 40 °С вищий, ніж у контролю, а наприкінці дозрівання перевищує всі значення інших зразків. Така різниця вказує на інтенсивніше проникнення солі в центральну частину виробу з температурою обробки 40 °С.

Висновок. Аналізуючи отримані дані по дослідженню виходу, масовій частці вологи, водозв'язуючої здатності та рівня рН найкращим визнано зразок балика з термічною активацією при температурі 40 °С. Даний температурний режим дозволяє знизити до оптимального значення рівень рН в процесі дозрівання сировини і при цьому підвищити вихід за рахунок вищого вмісту вологи.

Застосування термічної активації дозволяє прискорити процеси соління та накопичення фенолів, що дозволяє отримати готовий продукт з необхідними характеристиками вже на 48 годину дозрівання балику.

Таким чином, раціональним параметром проведення термічної активації сировини, при виробництві сирокоченого балику, являється температура 40 °С, що дозволяє підвищити вихід продукції (на 2-3 %) та зменшити тривалість дозрівання вдвічі (до 48 годин), тим самим, скорочуючи виробничий цикл.

Література

1. Г.В. Дубатова, И.Б. Время, А.В. Асауляк. Исследование функционально-технологических свойств сырокопченого балыка, полученного по ускоренной технологии. //Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., 21-22 мая 2009 г., Могилев /Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2009. – С. 280.
2. Антипова Л. В., Глота И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. - М. : Колос, 2001. - 376 с. : ил.
3. ТУ 10.02.01.38 Балик дарницький сирокочений вищого гатунку.

ВСТАНОВЛЕННЯ СТРОКУ ЗБЕРІГАННЯ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС ЗІ ЗНИЖЕНИМ УМІСТОМ НІТРИТА НАТРІЯ

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Асауляк А.В., аспірант,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена встановленню оптимального строку зберігання напівкопчених ковбас зі зниженим умістом нітрита і стартовими культурами. Представлено результати дослідження основних показників ковбас при зберіганні.

The article is devoted to an establishment of an optimum storage period of half-smoked sausages with the reduced nitrite content and starter cultures. The results of research of the basic parameters of sausages at storage are submitted.

Ключові слова: напівкопчені ковбаси, нітрит натрія, бакзакваска, зберігання.

Харчова безпека і стійкість м'ясних виробів при зберіганні – це важливі та необхідні умови, як для споживачів, так і для виробників, вони залежать від багатьох факторів (особливостей основної та допоміжної сировини, санітарного та технічного стану обладнання, правильності проведення технологічних операцій, забезпечення необхідних режимів і т.д.). Як відомо, ковбасні вироби мають обмежений строк зберігання, який чітко регламентовано у нашій країні.

Проблему подовження строків зберігання частіш за все вирішують за рахунок внесення консервуючих речовин хімічної природи. Проте, поставлена проблема має ще один варіант рішення – мікробіологічний, який полягає у використанні стартових культур [1].

На кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів розроблена технологія виробництва ковбасних виробів зі зниженим умістом нітрита, які містять бакзакваску на основі культур *Staphylococcus carnosus* і *Lactobacillus plantarum*. Запропонований новий спосіб дозволяє знизити стандартну кількість нітриту, який вносять, та забезпечити прийнятні кольорові характеристики ковбас [2]. Однак, окрім кольоростабілізуючої функції, нітрит виконує антиокислювальну дію на ліпіди та володіє інгібуючим ефектом на ріст деяких мікроорганізмів, тому зниження його кількості може спричинити погіршення показників ковбас при зберіганні.

Метою роботи є встановлення оптимальних строків зберігання напівкопчених ковбас зі зниженим умістом нітрита натрію.

Напівкопчені ковбаси є швидкокопсуючим м'ясним продуктом, тривалість їхнього зберігання в середньому складає 30 діб. Упродовж даного строку досліджували модельні зразки ковбас: зі зниженим умістом нітрита (до 5 мг%), зі зниженим умістом нітрита й бакзакваскою, які порівнювали з контрольними зразками, виробленими за стандартною технологією.

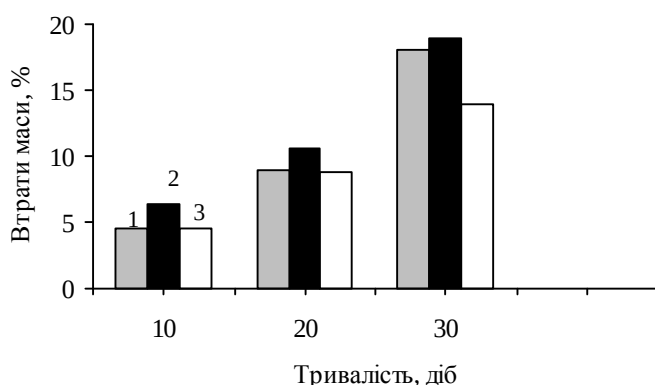
У процесі зберігання ковбасні вироби зазнають змін, які пов'язані з мікробіологічними процесами, втратою вологи (усушка), окислювальними перетвореннями жирової фракції, розпадом білків, що супроводжується пониженням біологічної цінності продукту та погіршенням органолептичних показників.

Враховуючи зміни основних показників ковбас при зберіганні, в модельних зразках визначали: вміст вологи, активну кислотність (рівень pH), вміст летких жирних кислот (ЛЖК) і аміно-аміачного азоту (ААА), пероксидне та кислотне число, загальну бактеріальну обсеменінність.

У період зберігання втрати маси ковбас збільшуються. Усушка викликана виділенням вологи, в результаті зниження водозв'язуючої здатності білків. Даний процес не оборотний і пов'язаний з фізичними та хімічними процесами, які відбуваються під час зберігання.

Одним із показників, який характеризує зміни, що відбуваються, є втрати маси в напівкопчених ковбасах (рис. 1).

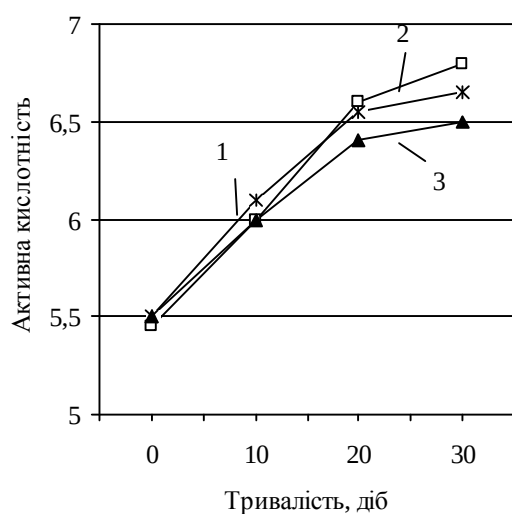
Як видно з рисунка 1 найменші втрати маси має зразок 3 і складає 14 % на 30-у добу зберігання. Для контрольних зразків 1 та 2 втрати склали 18 і 19 % відповідно, що може викликати погіршення мікробіологічної стабільності даних зразків, так як вільна волога спочатку накопичується під оболонкою ковбас, в результаті чого утворюються сприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори.



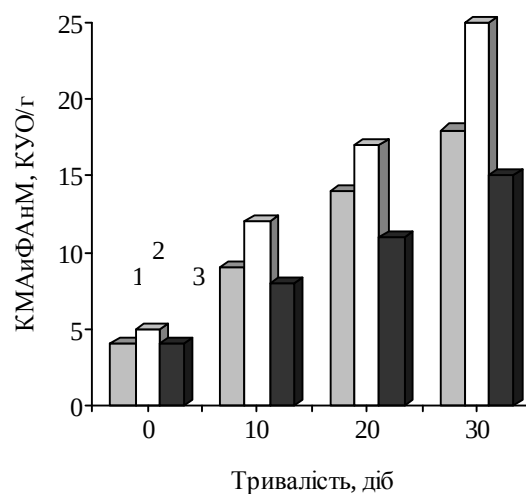
1 – контрольні зразки; 2 – із 5 мг% NaNO₂;
3 – із 5 мг% NaNO₂ і бакзакваскою

Рис. 1 – Зміна втрат маси в процесі зберігання напівкопчених ковбас

Упродовж всього етапу зберігання визначали загальну бактеріальну обсеменінність досліджуваних зразків. Характер динаміки накопичення МАФАнМ мікроорганізмів збігається зі змінами рівня pH. За показниками діаграми (рис. 2 б), дослідний зразок, який містить бакзакваску, має найнижчий рівень обсеменіння, що свідчить про його більш високу мікробіологічну стабільність при зберіганні. Внесена бакзакваска проявляє антагоністичну дію по відношенню до дії щодо санітарно-показової мікрофлори та дозволяє при зниженому вмісті нітрита отримати безпечний продукт.



а



б

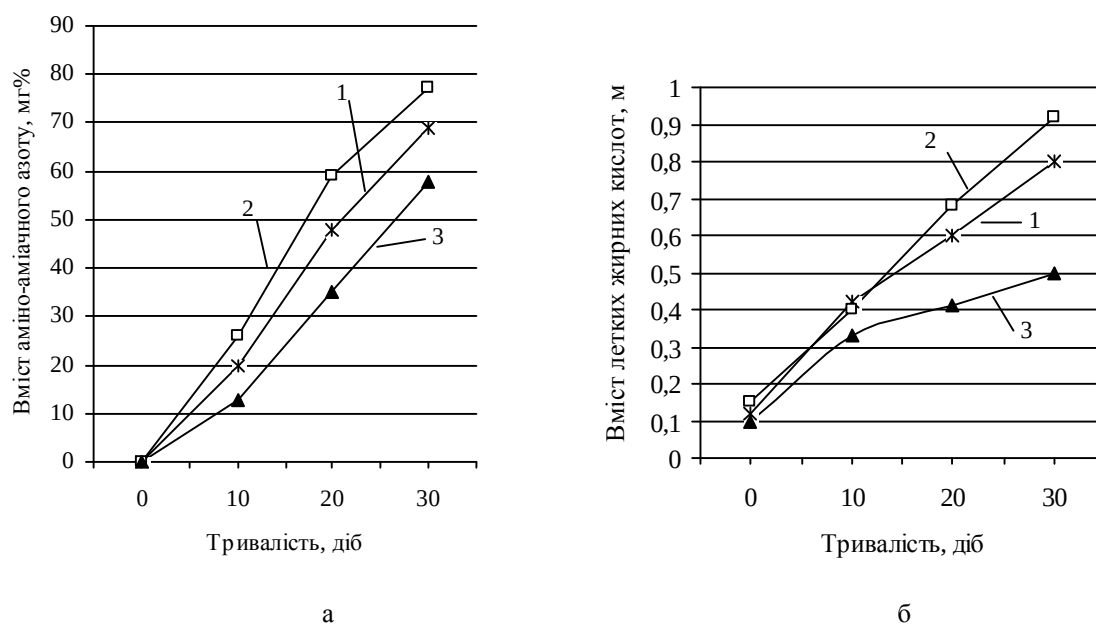
1 – контрольні зразки; 2 – із 5 мг% NaNO₂; 3 – із 5 мг% NaNO₂ і бакзакваскою

Рисунок 2 – Динаміка зміни активної кислотності (а) та загальної бактеріальної обсеменінності (б) напівкопчених ковбас у процесі зберігання

Найвищий рівень кантамінації мають зразки зі зниженим умістом нітриту. Таким чином, зменшення масової частки нітриту натрію, як і слід було очікувати, викликає більш інтенсивний розвиток мікробіологічного псування, що погіршує здатність зберігання зразків напівкопчених ковбас.

Продукуючі мікроорганізми ферменти каталізують гідроліз білкової складової, поліпептидів та наступне перетворення амінокислот. Розпад амінокислот відбувається при дезамінуванні та декарбоксилюванні [3]. У ході процесу дезамінування утворюються аміак, жирні кислоти з перевагою летких, альдегіди, спирти. Їхнє утворення впливає на формування неприємного запаху при зберіганні ковбас. У результаті декарбоксилювання утворюються вуглекислий газ й аміни, деякі з яких володіють отруйними властивостями і роблять продукт небезпечним для вживання.

Інтенсивність розпаду білків відповідає динаміці накопичення ЛЖК та ААА в модельних зразках. На графіку 3 а показана динаміка накопичення ААА в досліджуваних зразках. Кількість азоту аміних груп і аміаку в модельних зразках визначали методом титрування лугом. Отримані дані свідчать про те, що зразки з бакзакваскою мають більш низький уміст ААА за рахунок негативного впливу на мікроорганізми, які викликають розпад білків та каталізують дезамінування та декарбоксилювання, що, у свою чергу, може відбитися на органолептичній оцінці напівкопчених ковбас.



1 – контрольні зразки; 2 – із 5 м% NaNO₂; 3 – із 5 м% NaNO₂ і бакзакваскою

Рис. 3 – Динаміка накопичення аміно-аміачного азоту (а) та летких жирних кислот (б) у процесі зберігання напівкопчених ковбас

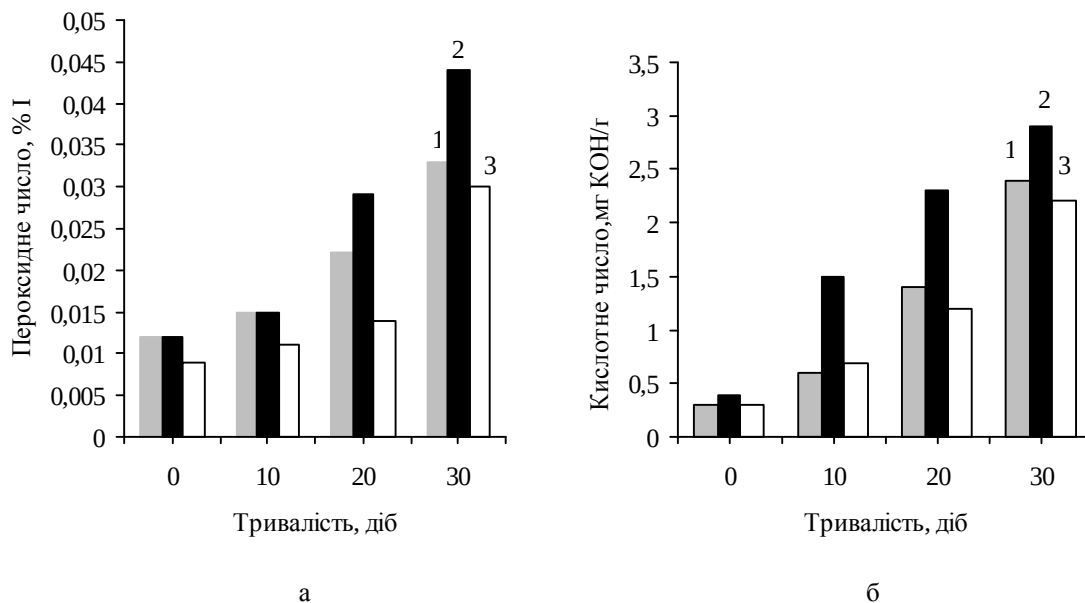
На рисунку 3 б зображена залежність вмісту ЛЖК від тривалості зберігання досліджуваних ковбас. Слід відмітити, що вміст ЛЖК більш ніж 0,35 м вказує на первинний розпад білків. Для зразків із масовою часткою нітрита 5 мг % і контрольних цей показник перевищує норму вже на 10 добу зберігання, що говорить про початок процесу дезамінування у цих зразках. У зразках із додаванням бакзакваски первинний етап розпаду білкової фракції починається на 20-у добу і на кінець процесу зберігання швидкість розпаду білків значно нижча у порівнянні з іншими зразками. Це свідчить про позитивний вплив обраних стартових культур на здатність до зберігання у напівкопчених ковбасах зі зниженим умістом нітриту.

Окрім розпаду білків у процесі зберігання ковбас відбувається гідролітичне розщеплення й окислення жирів.

Гідроліз жирової фракції відбувається під дією ліполітичних ферментів мікроорганізмів, та його швидкість залежить від ступеня контакту ліпідів з водою, величини рН, температури. Але в процесі зберігання напівкопчених ковбас переважними є окислювальні зміни жирів у результаті взаємодії з киснем, які впливають на харчову цінність продукту.

Визначення первинних продуктів окислення жирів проводили шляхом дослідження пероксидного числа (ПЧ) в модельних зразках на всьому етапі зберігання (рис. 4 а). Аналіз отриманих результатів показує, що в зразках із низьким умістом нітрита ПЧ збільшується після 20-ї доби зберігання, тоді як для

контрольних та зразків із бакзакваскою залишається на оптимальному рівні до кінця процесу зберігання. Інтенсивність накопичення продуктів розпаду ліпідів у дослідних зразках із 5 мг % NaNO_2 пояснюється недостатньою кількістю нітрита для того, щоб інгібувати окислення.



1 – контрольні зразки; 2 – із 5 мг% NaNO_2 ; 3 – із 5 мг% NaNO_2 і бакзакваскою

Рис. 4 – Динаміка змін перексидного та кислотного чисел у процесі зберігання напівкопчених ковбас

Дана думка підтверджується і визначенням кислотного числа (КЧ), що представлено на рис. 4 б. Дослідні зразки мають найліпші показники КЧ та ПЧ, перш за все це пов'язано із дією культури *Staphylococcus carnosus*, яка входить в бакзакваску. Мікроорганізм здатен утилізувати кисень та його активні форми за рахунок виділення фермента каталази, і, таким чином, інгібувати окислювальні процеси.

Висновок. В результаті зниження масової частки нітрита натрію виникають зміни пов'язані із погіршенням мікробіологічного стану, а також жировій та білкової фракції ковбасних виробів, але внесення стартових мікроорганізмів нівелює ці недоліки. Порівняльний аналіз показав, що бакзакваска на основі культур *Lactobacillus plantarum* та *Staphylococcus carnosus* дозволяє зменшити усушку ковбас при зберіганні, пригальмувати мікробіологічне псування та фізико-хімічні зміни, які супроводжуються розпадом білків та жирів, а також призводять до погіршення органолептики та зниження біологічної цінності.

Встановлено, що оптимальний строк зберігання напівкопчених ковбас зі зниженим умістом нітриту та бакзакваски складає 30 діб. Основні показники при зберіганні на 30-у добу відповідають вимогам, котрі висуваються щодо ковбасних виробів.

Література

1. Винникова Л.Г. Использование полезной микрофлоры в мясных продуктах /Винникова Л.Г., Поварова Н.Н., Асауляк А.В. //Мясное дело. – 2008. – № 11 – С. 30–31.
2. А.В. Асауляк. Подбор стартовых культур для производства варено-копченых колбас со сниженным содержанием нитрита //Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., 21-22 мая 2009 г., Могилев /Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2009. – С. 281.
3. Технология мяса и мясopодуКТов /Л.Т. Алехина, А.С. Большаков, В.Г. Боресков и др.; Под ред. И.А. Рогова. – М.: Агропромиздат, 1988. –576 с., ил.

ВПЛИВ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН РІЗНИХ ТИПІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

Патюков С.Д., канд. техн. наук, доцент, Окунєва І.А., студ., Златова М.І., студент
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

У роботі наведено дані щодо впливу водонерозчинних і водорозчинних харчових волокон (ХВ) на якісні показники паштетних м'ясних консервів. В якості контролю використовували паштет печінковий, в якості водонерозчинних харчових волокон – препарати, отримані з пшеничних та житніх висівок за технологією, розробленою в ОНАХТ, в якості водорозчинних – препарати йота- та каппа-карагінану.

Data concerning the influence of water-soluble and water-insoluble dietary fiber (DF) upon the quality characteristics of canned liver pate presented in this paper. Dietary fiber obtained from wheat bran and rye bran according the technology developed in OSAFT were used as well as iota- and kappa-carrageen.

Ключові слова: харчові волокна, висівки, м'ясні продукти, консерви, функціональні продукти.

Необхідність збагачення раціону харчовими волокнами не викликає сумніву. Доза ХВ, яку рекомендують медики, становить 25 г на добу, але реальне споживання цього незамінного фактора харчування у декілька разів менше і має тенденцію до подальшого зниження у зв'язку із зниженням рівня споживання продуктів, які є традиційним джерелом ХВ – фруктів, овочів, чорного хліба [3]. Все це викликає потребу збагачення ХВ широкого спектру продукції, особливо такої, яка в теперішній час майже зовсім не містить ХВ, зокрема м'ясних консервів. Консерви є досить традиційним продуктом, споживання якого зростає завдяки наявності у продукту цілої низки переваг над іншими продуктами – високий ступінь харчової готовності, здатність до тривалого зберігання без створення будь-яких спеціальних умов та ін. В останній час з'явилося пакування, яке додатково додало популярності консервам – це так звані „Easy Open” та „Easy Peel” пакування, які дозволяють дуже легко відкривати продукт без використання спеціальних засобів. Все це обумовлює актуальність розроблення функціональних м'ясних консервів, збагачених ХВ.

Метою роботи, що була проведена, було вивчення впливу харчових волокон різних типів на структурно-механічні, фізико-хімічні, технологічні, органолептичні та теплофізичні властивості паштетних консервів. В якості контролю було використано печінковий паштет із курячої печінки, в якості водонерозчинних харчових волокон – препарати, отримані з пшеничних та житніх висівок за технологією, розробленою в ОНАХТ, в якості водорозчинних – препарати каппа- та йота- карагінану виробництва іспанської фірми „Hispanagar”. Необхідність використання різних типів ХВ обумовлена тим, що вони володіють технологічними та органолептичними властивостями, які дуже відрізняються у водорозчинних та водонерозчинних препаратів.

Хімічний склад харчових волокон пшеничних (ХВПВ) та житніх (ХВЖВ) висівок наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад ХВ, % на суху речовину

Вид ХВ	Геміцелюлози	Целюлоза	Лігнін	Білок	Ліпіди
ХВПВ	14,5	27,8	27,2	14,8	15,2
ХВЖВ	9,3	21,5	35,5	13,9	18,8

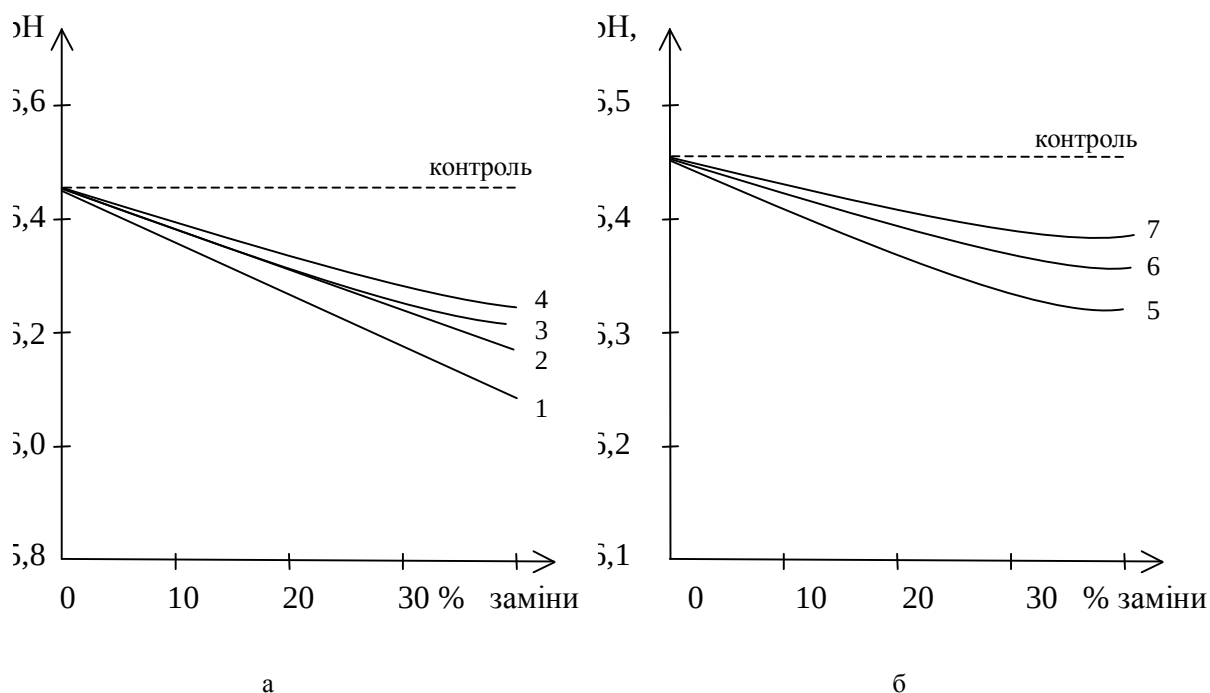
Як показали результати попередніх досліджень, вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ) у 1,5 % розчині NaCl (це близько до концентрації солі у м'ясних консервах) становить для ХВПВ 4,9 а для ХВЖВ – 4,1 г води на 1 г ХВ. Різниця у ВЗЗ цих видів ХВ може бути пояснена різною пропорцією між гідрофільними та ліпофільними компонентами у складі препаратів. Перед введенням ХВ до складу паштету їх попередньо замочували у воді за умов, що забезпечують майже повну гідратацію – гідромодуль 4; температура гідратації – (20...25) °С, тривалість витримки – 60 хвилин.

Карагінан являє собою лінійний біополімер, який побудовано із солей сірчаноокислотних ефірів галактози та ангідрогалактози, які з'єднано між собою $\alpha(1-3)$ і $\beta(1-4)$ зв'язками. Ці карагінани добре розчинні у гарячій воді (температурою (90...95) °С), а після охолодження до температури (40...45) °С формують гелі. При цьому каппа-карагінан формує хрупкий гель, а йота-карагінан – еластичний гель, який не здатен до синерезису та володіє тиксотропними властивостями, тобто здатен відновлювати свою структуру після її механічного руйнування. Говорити про ВЗЗ препаратів карагінану є не досить коректним, оскільки стандартні методи визначення цього показника мало придатні для водорозчинних препаратів. У

такому випадку більш коректно говорити про параметри гідратації препарату. Згідно з рекомендаціями виробника гідромодуль гідратації складає 40, температурний цикл – 90 °C/5 хв – 40 °C/5 хв.

На першому етапі дослідження було вивчено вплив ХВ на органолептичні показники консервованого печінкового паштету. Встановлено, що введення 5 % ХВПВ або ХВЖВ майже не впливає на смак та запах паштету, хоч і помітне на розрізі продукту у вигляді коричневих краплень. Більші дози – (7...9) % негативно впливають на органолептику продукту, тому було рекомендовано використовувати 5% водонерозчинних ХВ. З урахуванням гідромодуля замочування це дозволяє замінити 25 % паштету, що дає змогу не тільки отримати функціональні продукти, але й значно економити основну сировину (печінку, жир) та знизити калорійність продукції.

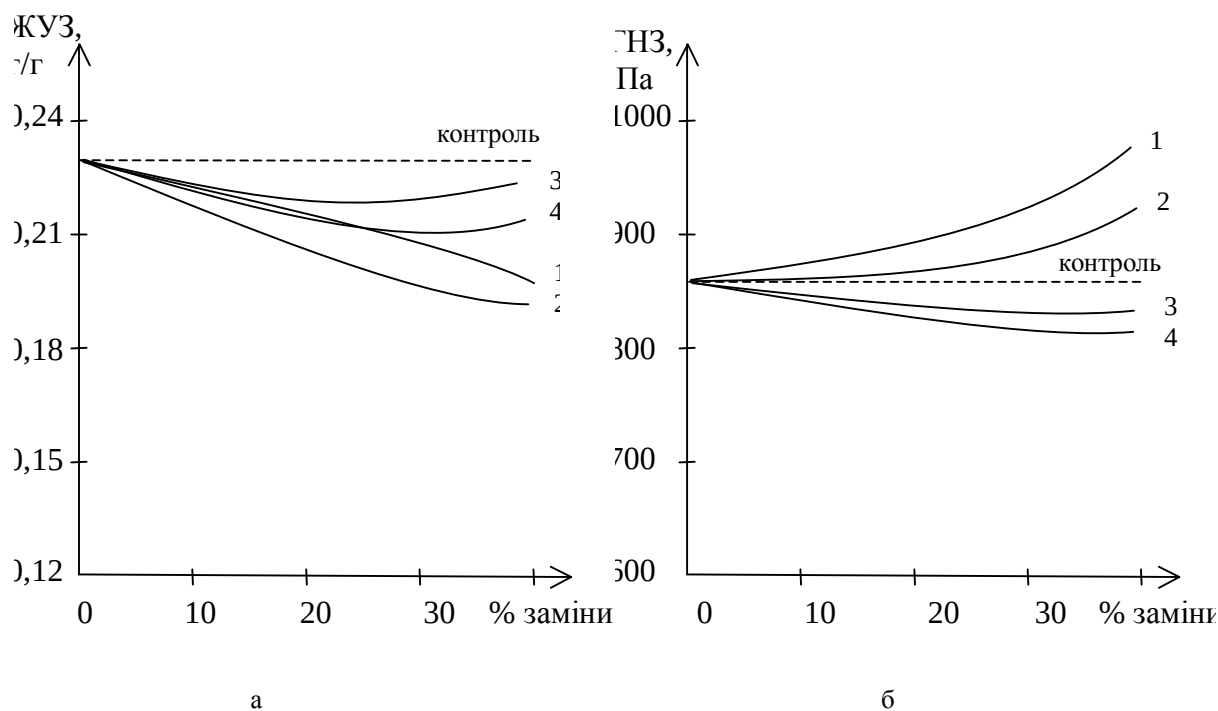
Оскільки карагінан вводять до складу продукту після гідратації з дуже високим гідромодулем, рівень, при якому не спостерігається погіршення смаку та аромату продукції, становить близько 0,5 % у розрахунку на сухий препарат. При цьому паштет з використанням каппа- та йота-карагінану мав деякі відмінності. У випадку каппа-карагінану паштет мав здатність нарізуватися на окремі ломтики, які добре тримали форму та не мали тенденції до опливання країв; після нарізування окремі ломтики можна приводити до безпосереднього контакту один з одним без ризику того, що вони злипнуться між собою. Йота-карагінан дозволяє отримати паштет із здатністю до намазування, а не до нарізання. Ломтики паштету легко злипаються як між собою, так і з іншими продуктами, такими, як хліб, варений яєчний білок, добре заповнюють порожнину у вареному білку, якщо паштет використовують для виробництва фаршированих яєць. Це дозволяє говорити про високу когезію та адгезію продукту з включенням йота-карагінану у порівнянні з каппа-карагінаном. Висока адгезія має як свої позитивні, так і негативні аспекти, зокрема, погіршується здатність паштету до повного видалення з консервної банки, частина продукту залишається на стінках. Комбінування двох типів карагінану у рівній пропорції дозволяє отримати продукт, який поєднує позитивні сторони обох препаратів і зменшує прояви їх негативного впливу, але досить невисокий у цьому випадку вміст харчових волокон не дозволяє вести мову про створення функціональних продуктів. Більш вдалим, як з цієї точки зору, так і з точки зору органолептики, є поєднання розчинних та нерозчинних волокон. При цьому в якості розчинних волокон, які додавали до нерозчинних, в подальшому використовували саме суміш двох типів карагінану.



1 – ХВПВ, 2 – ХВЖВ, 3 – ХВПВ+суміш каппа- та йота-карагінану,
4 – ХВЖВ+суміш каппа- та йота-карагінану, 5 – каппа-карагінан,
6 – йота-карагінан, 7 – суміш каппа- та йота-карагінану

Рис. 1 – Вплив заміни паштету гідратованими харчовими волокнами на рН печінкового паштету

Заміна частини паштету на гідратовані ХВ призводить до зниження рН, яке більш виражено для ХВПВ, трохи менше – для ХВЖВ (рис. 1). Суміш розчинних та нерозчинних ХВ ще менше впливає на активну кислотність. В найменшій мірі на рН впливає гідратований карагінан, що в значною мірою обумовлено високим гідромодулем його замочування. Зниження рН при 30 % рівні заміни паштету на гідратовані ХВ складає від 0,05 до 0,25 в залежності від виду ХВ. З точки зору смаку це майже не помітно, але підвищення активної кислотності позитивно впливає на колір, мікробіологічну стабільність [1,2] та підвищує ефект стерилізації консервів за рахунок підвищення А-ефекту навіть за умови, що F-ефект залишається незмінним. Вивчення теплофізичних властивостей продукту показало, що F-ефект для контрольного паштету становить 4,42 умовні хвилини, а для продуктів з включенням ХВ від 4,48 до 4,74 умовних хвилин. Основною причиною підвищення F-ефекту слід визнати підвищення кондуктивної складової теплопідводу внаслідок підвищення вмісту води у продукті та зниження вмісту жиру. Одночасне зростання А-ефекту та F-ефекту дозволяє говорити про підвищення ефекту стерилізації та відсутність необхідності переглядати режим стерилізації у більш жорсткий бік.



1 – ХВПВ, 2 – ХВЖВ, 3 – ХВПВ+суміш каппа- та йота-карагінану,
4 – ХВЖВ+суміш каппа- та йота-карагінану

Рис. 2 – Вплив заміни паштету гідратованими ХВ на жирутримуючу здатність (а) та граничну напругу зсуву печінкового паштету (б)

Введення ХВ знижує жирутримуючу здатність (ЖУЗ) паштету (рис.2) внаслідок зменшення вмісту печінки у продукті. Саме печінка володіє максимальною ЖУЗ, яка набагато перевищує цей показник у інших видів м'ясної сировини, вірогідно, за рахунок вмісту у печінці жовчних кислот. Жовчні кислоти є добрими емульгаторами, саме заради високої емульгуючої здатності вони синтезуються у печінці і потрапляють до кишечника з метою переведу жиру до стану, в якому вони можуть бути атаквані ліполітичними ферментами підшлункової залози. Водонерозчинні ХВ мають високу сорбційну здатність по відношенню до жовчних кислот [3,4], яка тим вища, чим більший вміст гідрофобних компонентів (наприклад, лігніну) у їх складі, тому цілком закономірно, що ХВЖВ, які містять більше лігніну (35,2%), ніж ХВПВ (27,8%), більш активно знижують вміст емульгаторів, які забезпечують високу ЖУЗ. Карагігани та їх суміші з водонерозчинними ХВ менш активно знижують ЖУЗ. У порівнянні з деякими видами м'ясних продуктів карагігани навіть володіють більш високою ЖУЗ, що інколи не досить коректно трактується, як наявність у карагінанів емульгуючої здатності. Більш правильно казати саме про ЖУЗ, а не емульгуючу здатність у карагінанів. Якщо у випадку з жовчними кислотами жир утримується за рахунок наявності поверхнево-активних властивостей та утворення міцної емульсії, то у випадку з такими характерними гелеутворювачами, якими є карагігани, мова йде про утворення просторового сіткоподібного каркасу гелю, у чарунках якого утримуються дрібні крапельки жиру. Коалесценції (тобто злиттю мілких

жирових кульок у великі з подальшим їх відділенням з продукту) запобігають або шар поверхнево-активної речовини, або шар в'язкого гелю. Втім, для практичних цілей більш важливим є не стільки механізм, скільки результат, бо саме від нього залежить, чи буде продукт залишатись однорідним після теплової обробки, зберігання та транспортування, чи будуть утворюватись жирові потьйоки, тому більш придатними для практики слід визнати саме суміші ХВ.

Гранична напруга зсуву (ГНЗ) при використанні нерозчинних ХВ зростає, а розчинних – дещо знижується; те ж саме справедливо для сумішей, які містять розчинні ХВ. Деяке зниження ГНЗ призводить до збільшення ніжності продукту та його пластичності.

Таким чином, отримані дані щодо впливу ХВ різних видів на технологічні, фізико-хімічні та теплофізичні властивості м'ясних консервів дозволяють розробляти функціональні продукти з прогнозованими властивостями, що є дуже важливим з точки зору збереження якості продукції на високому рівні.

Література

1. Антипова Л.В, Глотова И.А, Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 233-238 с.
2. Заяс Ю.Ф. Качество мяса и мясopодуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 480 с.
3. Пищевые волокна / М.С.Дудкин, Н.К.Черно, И.С.Казанская и др. – К.: Урожай, 1988. – 152 с.
4. Скурихин И.М, Волгарев М.Н. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

УДК 637.521-021.632:[638.135 + 638.16]

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ М'ЯСА

Савінок О.М., канд. техн. наук, доцент, Літвінова І.О., здобувач
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведено результати досліджень впливу прополісу та меду на фізико-хімічні властивості білків м'яса. Встановлено ефект взаємодії компонентів прополісу та меду з білками м'яса.

In the article the results of studies of the influence of propolis and honey on the physical chemistry properties of the proteins of meat are given. The effect of interaction of the components of propolis and honey with the proteins of the meat is established.

Ключові слова: природні консерванти, прополіс, мед, фізико-хімічні властивості, білки м'яса, охолоджені напівфабрикати.

Незважаючи на кризовий стан економіки, переважна більшість підприємств харчової промисловості працює на повну потужність. Менш відчутно фінансові негаразди впливають на крупні угруповання – концерни, холдинги. І якщо ж дрібним підприємствам достатньо зайняти невелику нішу на ринку продовольчих товарів України, то потужним необхідно виходити на світовий ринок. Продукція, яка змогла б конкурувати на міжнародному ринку, повинна бути вироблена відповідно до планів НАССР. При цьому основна увага приділяється якості, хімічному складу сировини і додаткових інгредієнтів. Пильна увага до складових продуктів харчування обумовлена тим, що підприємства почали зловживати штучними наповнювачами, витісняючи із рецептур природню сировину, а для збільшення строків зберігання – використовувати консервуючі речовини, переважна більшість яких шкідлива для здоров'я людини.

У зв'язку із загальним погіршенням екологічної ситуації на планеті, ще однією проблемою, з якою необхідно рахуватися сучасним підприємствам, є контроль всіх складових продукції на наявність алергенів. Значна кількість цих речовин є штучно синтезованими, тому, накопичуючись в організмі людини, вони викликають негативні реакції. Вдалим рішенням цієї проблеми може бути альтернативне поєднання сучасної технології і біологічно безпечних інгредієнтів. Для того, щоб не винаходити велосипед, звернемося до матінки природи, яка передбачливо створила все, що необхідно людині, і найбільш вдалим її витворами, на мою думку, є мед та прополіс. Ці природні багатокomпонентні речовини характеризуються значним переліком медичних показань, крім того, вони проявляють бактеріцидні і бактеріостатичні властивості [1], які не могли нас не зацікавити. В результаті попередніх досліджень була встановлена позитивна дія прополісу та меду на м'ясні системи в ході зберігання [2], при цьому пролонгується строк

придатності м'яса, упакованого в умовах вакууму в бар'єрну плівку і без використання пакувальних матеріалів. Для того, щоб встановити механізм впливу продуктів бджільництва на м'ясні системи, необхідні були більш детальні дослідження.

Тому метою нашої роботи є дослідження впливу прополісу та меду на фізико-хімічні властивості білків різних видів м'яса. Об'єктами експериментів були водянні та сольові екстракти білків яловичини, свинини, м'яса птиці, до яких додавали розчин прополісу та мед в різних концентраціях. Просте фракціонування білків дозволило чіткіше уявити процеси, які протікали в дослідних системах. Вибір видів м'яса обумовлений їх практичною розповсюдженістю. Характер змін визначали за наступними показниками: густини, кінематичній в'язкості і поверхневому натягу.

Аналіз графічних залежностей представлених на рис. 1, показує, що ні збільшення концентрації внесеного прополісу, ні збільшення концентрації меду на густину води не впливають. В той же час густина білкових систем значно зростає при збільшенні концентрацій внесених добавок. Більш високі значення густини розчинів білків, отриманих із м'яса яловичини та свинини, пояснюються значною концентрацією сухих речовин в порівнянні з розчином білків м'яса птиці.

Наявність білків в сольовому розчині призводить до зменшення густини в порівнянні зі звичайним розчином солі. Це пояснюється перш за все тим, що білки в нативному стані мають густину більшу, ніж 1 г/см^3 , а наближення значень до рівня сольового розчину може свідчити про деякі денатураційні процеси під впливом органічних кислот, які містяться в добавках.

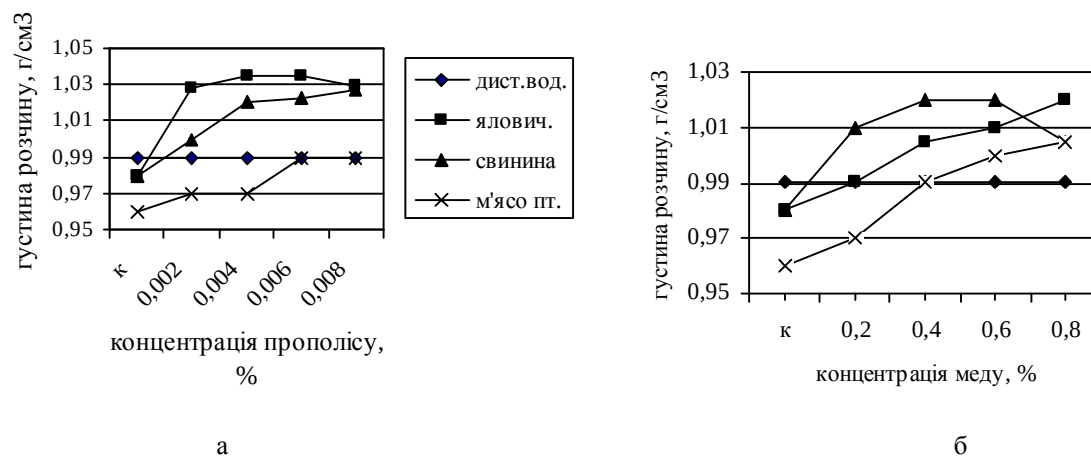


Рис. 1 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на густину водяного екстракту білків

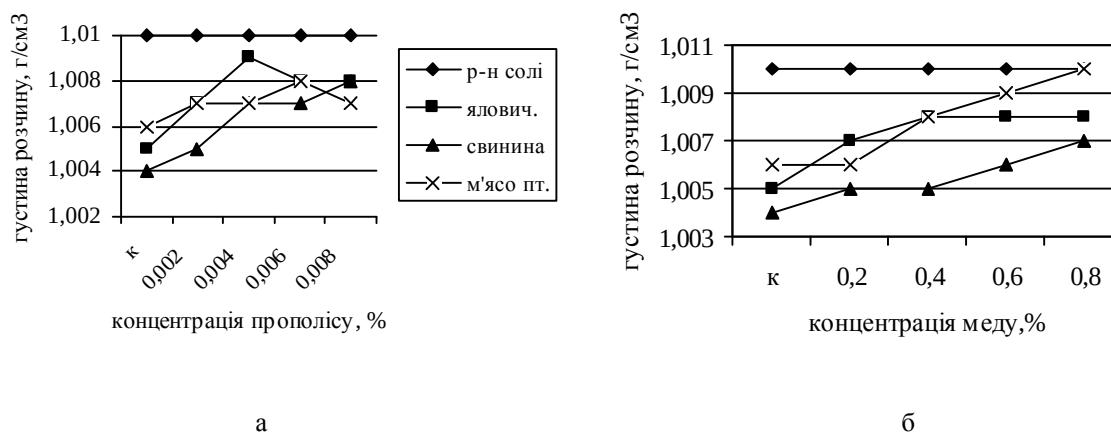


Рис. 2 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на густину сольового екстракту білків

Аналіз залежностей, представлених на рис. 3, може свідчити про незначний вплив прополісу та меду на глобулярні білки м'яса незалежно від його виду. При додаванні продуктів бджільництва до системи, що містить водо- і солерозчинні білки, спостерігається значне зростання кінематичної в'язкості при збільшенні концентрацій добавок (рис. 4). Екстремуми при концентраціях прополісу 0,004 % (рис. 4, а) та меду – 0,2-0,4 % (рис. 4, б) свідчать про утворення більш крупних з'єднань. Визначена тенденція може бути обумовлена впливом хімічних складових прополісу: рослинних смол, бальзамів, дубильних речовин та органічних кислот меду [1] на фібрлярні білки м'яса. Деяка різниця в значеннях в'язкості між кривими рисунків 3 і 4 пояснюється, відповідно до Смолюховського [3], тим, що в'язкість золів із зарядженими частинками вища, ніж у золів з незарядженими.

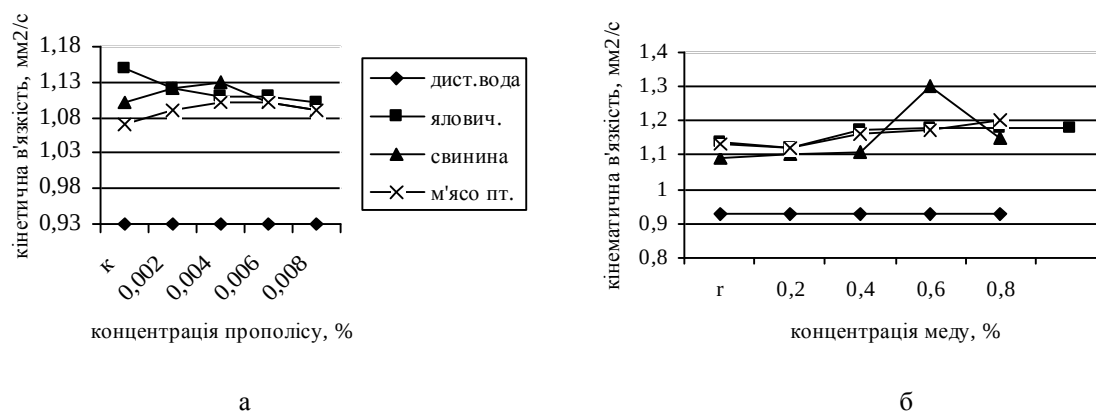


Рис. 3 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на кінематичну в'язкість водяного екстракту білків

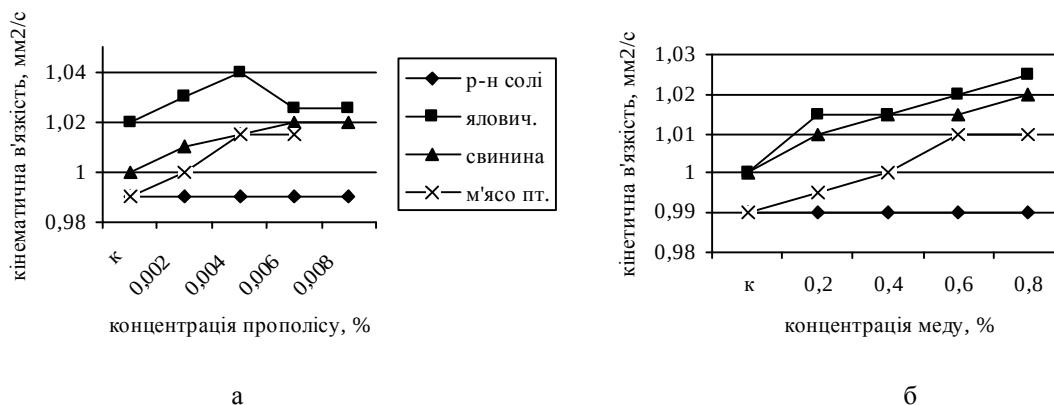


Рис. 4 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на кінетичну в'язкість сольового екстракту білків

Всі процеси, які протікають в розчинах поверхнево-активних речовин, до яких відносяться розчини білків м'яса, носять адсорбційний характер, тому найбільш чітко відображаючим зміни в колоїдному розчині є поверхневий натяг. Низькі значення досліджуваного показника (рис. 5,6) для екстрактів з різних видів м'яса в порівнянні з водним та сольовим розчинами при низьких концентраціях добавок пояснюється тим, що білки самі по собі є поверхнево-активними речовинами, здатними знижувати цей показник. Зростання поверхневого натягу при збільшенні концентрацій прополісу та меду в системах свідчить про зменшення числа поверхнево-активних частинок. Причиною даного явища можуть бути як денатураційні процеси, викликані наявністю органічних кислот в добавках, так і структуроутворення між білками м'яса та флавоноїдами прополісу, моносахаридами та алколоїдами меду. Слід також відзначити, що при досягненні концентрацій 0,004 % для прополісу та 0,2-0,4 % для меду системи в незначній мірі стабілізуються.

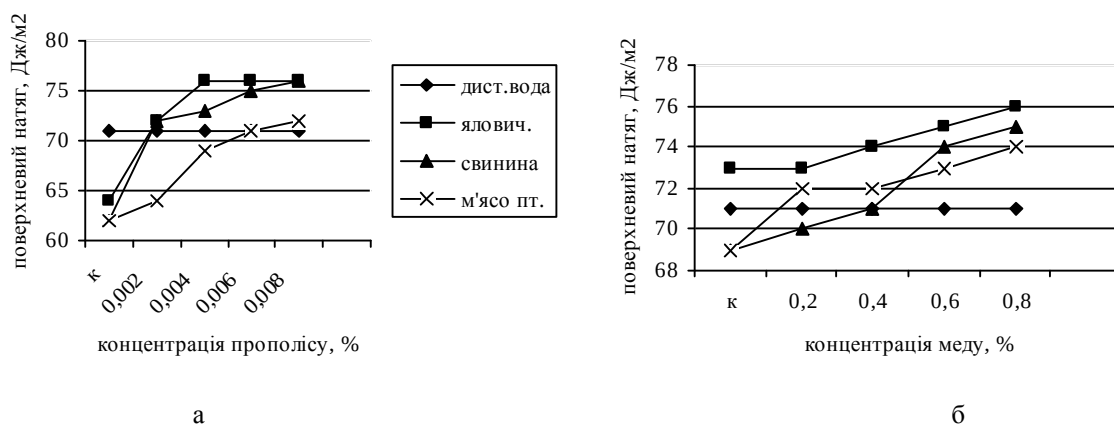


Рис. 5 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на поверхневий натяг водяного екстракту білків

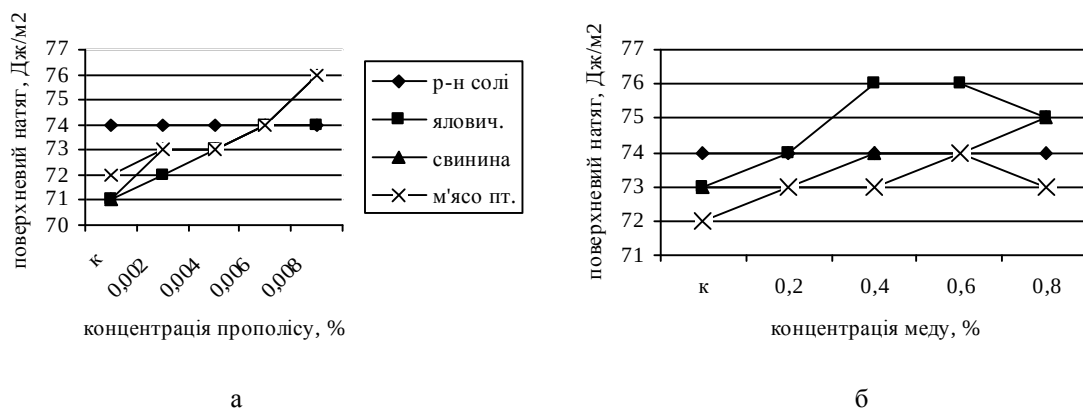


Рис. 6 – Вплив масової частки прополісу (а) та меду (б) на поверхневий натяг сольового екстракту білків

Аналізуючи отримані результати фізико-хімічних досліджень, можна зробити висновки щодо встановлення ефекту взаємодії між компонентами прополісу та меду і білками м'яса.

Література

1. Андропова Т.И. Здоровье в ваших руках. – Новосибирск: Сибирское книжное издательство. – 2007. – 240 с.
2. Савінок О.М., Авелічева І.В. Збільшення термінів зберігання м'ясних напівфабрикатів // Наук. праці ОНАХТ. – Одеса: 2008. – Вип. 33. – с.19-22.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1976. – 512 с.

УДК 637.52-021.632

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ

Стинга Л.М., аспірант, Семікоз Н.А., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена розробці нового вигляду харчових і функціонально-технологічних добавок. Дана тема актуальна, оскільки формується і реалізується в практиці нова ідеологія виробництва продуктів «здорового» харчування, відбувається перегляд принципів переробки сировини і забезпечення біологічної безпеки харчових продуктів, що традиційно склалися. У роботі представлені результати впливу окремих видів полісахаридів і білків тваринного походження на функціонально-технологічні властивості готового продукту (стабільність систем фаршів, зниження втрат при термообробці).

Article is devoted working out of new kinds of food and is functional-technological additives. Is given Th theme is actual, as the new ideology of manufacture about-dukto "healthy" a food is formed and realised in practice, there is a revision of traditionally developed principles of processing of raw materials and maintenance of biological safety of foodstuff. In work rezulta influences of separate kinds polisakharidov and fibers of an animal origin on is functional-technological properties of a ready product (stability of the stuffings systems are presented, to decrease in losses at heat treatment).

Ключові слова: полісахариди, білки тваринного походження, функціонально-технологічні добавки.

Ситуація на ринку м'ясної сировини свідчить про те, що дефіцит м'яса зберігається і, мабуть, буде рости в найближче десятиліття. Серйозною проблемою в умовах нестабільності властивостей м'ясної сировини і його дефіциту є гарантія якості продукції, що випускається. Застосування різних білкових продуктів і сумішей на їх основі дозволяє більшою мірою вирішити поставлену задачу.

Сучасний технолог-професіонал повинен не просто добре знати технологічний процес і його параметри, тобто знати «як робити», він зобов'язаний розуміти, «чому» він повинен зробити саме так, і як зробити краще [1].

Конструювання харчових продуктів є процес створення продукту як єдиного цілого з окремих елементів, що індивідуально не забезпечують задані властивості.

Кажучи про термін «комбіновані продукти харчування», слід зазначити, що він відображає не стільки особливості рецептурного складу харчових продуктів, скільки специфіку використовуваного для оптимізації рецептурного складу методу комбінованого перебору кількісних долей окремих інгредієнтів в рецептурі з відшукуванням структури з необхідним рівнем адекватності [1].

Склад «оптимальних рецептур» не гарантує їх перетворення в процесі технологічної обробки в стійку м'ясну систему з необхідними органолептичними, структурно-механічними показниками, виходом і т.д. Це обумовлено тим, що м'ясо і м'ясопродукти є різного роду дисперсні системи і їх комбінації. Зокрема, фарші ковбасних виробів, суспензії, що містять в своєму складі, гелі і емульсії, відносяться до складних грубо дисперсних систем.

Таким чином, проблема отримання м'ясопродуктів з необхідними структурними формами і стабільними якісними характеристиками в першу чергу зв'язана з необхідністю підвищення/регулювання ступеня стійкості, тобто здатності дисперсної системи зберігати незмінними в часі склад, концентрацію, розмір частинок і ступінь їх розподілу за об'ємом.

Оскільки м'ясопродукти є термодинамічно не рівноважними системами, передбачити кінцеві властивості комбінованих харчових систем, виходячи тільки із знання загального хімічного складу і навіть фізико-хімічних властивостей окремих інгредієнтів рецептури, практично неможливо. Знання основних функціонально-технологічних властивостей (ФТС) базових структуротворювачів, що входять до складу рецептурних компонентів, істотно підвищує цю вірогідність.

Головною метою даної роботи є розробка комплексних добавок на основі полісахаридів і білків тваринного походження для стабілізації емульсії, поліпшення скріплення вологи в готовому продукті, поліпшення консистенції, зниження втрат при термообробці.

Дослідження проводилися у декілька етапів.

Першим етапом було встановлення функціонально-технологічних властивостей структуротворювачів. Як ключові показники були вибрані вихід (%) і втрати продукту при вариві і при зберіганні протягом двох діб (%).

Цей етап досліджень був розбитий на декілька серій дослідів. У першій серії вивчали вплив окремих білків і полісахаридів на функціонально-технологічні властивості дослідного зразка.

Кількість білків і полісахаридів, що вносилися, були використані на підставі даних літературних джерел:

- білка тваринного походження (білок з свинячої шкірки) 1 % до маси несолоної сировини (зверху вказаного %, виникає вірогідність появи стороннього запаху і смаку – субпродуктів) [2];
- білка тваринного походження (молочний білок) 1 % до маси несолоної сировини (оскільки в рецептурах варених ковбас вже є молочний білок у вигляді сухого знежиреного молока, то більший вміст білка у складі харчової добавки може привести до пористості готового продукту);
- альгінат і каррагинан по 0,5 % до маси несолоної сировини (оскільки в концентрації понад 0,5% при нагріванні до температури вище 70 °С і подальшому охолодженні утворюються крихіткі гелі, котрі мають тенденцію до синерезису під час зберігання) [3];
- камедь ріжкового дерева 0,5 % до маси несолоної сировини – оптимальне дозування;
- гуарова камедь 0,3 % до маси несолоної сировини (подальше зростання концентрації камеді не призводить до істотного збільшення в'язкості);
- ксантанова камедь 0,1 % до маси несолоної сировини (в порівнянні з камеддю ксантанова камедь ефективніший і універсальний загусник) [4].

Результати даного етапу дослідження наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив окремих білків і полісахаридів на функціонально-технологічні властивості м'ясних систем

Зразок	Втрати маси		Вихід після ТО, %
	при варінні, %	при зберіганні протягом 2-х діб, %	
Контроль	41,1	1,9	61,4
Молочний білок 1%	33,7	1,0	66,3
Тваринний білок 1%	31,0	0,9	69,0
Альгінат 0,5%	18,9	4,5	81,1
Каррагинан 0,5%	31,2	0,2	68,8
Ксантанова камедь 0,1%	32,0	5,2	67,9
Гуарова камедь 0,3%	31,4	5,6	65,8
Камедь ріжкового дерева 0,5%	32,8	9,0	62,7

Другим етапом дослідження була серія дослідів по комплексированні двох компонентів – білка і полісахариду в співвідношенні 3:1 відповідно, а також тваринного і молочного білків в співвідношенні 1:1. Загальна кількість добавки 1% до маси несолоної сировини. Дане дозування обумовлене оптимальним співвідношенням двох основних напрямів м'ясопереробних підприємств – «ціна-якість».

Результати дослідження наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Вплив двокомпонентних білково - полісахаридних добавок на функціонально-технологічні властивості м'ясних систем

Зразок	Втрати маси		Вихід після ТО, %
	при варінні, %	при зберіганні протягом 2-х діб, %	
Молочний білок + Альгинат 1 %	9,9	7,0	90,1
Тваринний білок + Альгинат 1 %	6,4	8,4	93,5
Молочний білок + Каррагинан 1 %	24,7	7,2	75,3
Тваринний білок + Каррагинан 1 %	21,1	6,9	78,9
Молочний білок + Тваринний білок 1 %	22,7	4,7	77,3

Метою третього етапу дослідження була серія дослідів по підвищенню стабілізуючих властивостей двокомпонентних сумішей шляхом внесення третього компоненту. Співвідношення компонентів в системах таке: тваринний білок + альгинат натрію + каррагинан (2:1:1), молочний білок + альгинат натрію + каррагинан (2:1:1), молочний білок + тваринний білок + альгинат натрію (2:2:1), молочний білок + тваринний білок + каррагинан (2:2:1). Загальна кількість добавки 1% до маси несолоної сировини.

Результати приведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Вплив трьохкомпонентних білково-полісахаридних добавок на функціонально-технологічні властивості м'ясних систем

Зразок	Втрати маси		Вихід після ТО, %
	при варінні, %	при зберіганні протягом 2-х діб, %	
Тваринний білок + Альгинат + Каррагинан	5,9	8,1	94,1
Молочний білок + Альгинат + Каррагинан	11,0	5,2	89,0
Молочний білок + Тваринний білок + Альгинат	10,9	6,0	89,1
Молочний білок + Тваринний білок + Каррагинан	23,2	7,1	76,8

Отримані дані покладені в основу розробки ефективнішої багатокомпонентної добавки.

Висновки

Результати проведених досліджень показали, що за допомогою використання сумішей білків тваринного походження і гідроколлоїдів (а саме, білок з свинячої шкірки, альгинат і каррагинан) можна досягти найбільш високих показників виходу готової продукції.

Даний підхід дає можливість істотно скоротити період рутинного, багаторівневого моделювання на завершальному етапі процесу розробки рецептур і технологій, створити основи системного підходу до вибору рецептур з урахуванням потенційного впливу окремих інгредієнтів на процеси структуротворення, формування органолептичних показників, структурно-механічні властивості, величину виходу і т.п.

Література

1. Рогов И.А., Жаринов А.И., Воякин М.П. Химия пищи. Принципы формирования качества мясопродуктов.-СПб.: Издательство РАПП.-2008.-340с.
2. Полушкина И.В. Использование животного белка Типро 601 в мясной промышленности. / И.В. Полушкина // Мясное дело. – 2008. - №3. – С. 32.
3. Кушнир Ю. Гидроколлоиды в роли эмульгаторов. / Ю. Кушнир // Продукты & ингредиенты. – 2005. - №11. С. 20-22.
4. Кудряшова О.А. Применение гидроколлоидов в производстве колбас / О.А. Кудряшова // Мясная индустрия. – 2001. - №11. – С.37-39.

ВПЛИВ ВНЕСЕННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Віннікова Л.Г., д-р. техн. наук, професор; Агунова Л.В., асистент;
Азарова Н.Г., канд. тех. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведені результати дослідження фізико-хімічних та мікробіологічних показників нових видів печінкових паштетів функціонального призначення.

The results of research of physical and chemical and microbiological characteristics of new types of hepatic pates of the functional setting are resulted in the article.

Ключеві слова: гідробіонти, пророщена пшениця, пшеничний зародок, функціональні інгредієнти, м'ясні продукти

Одним із провідних напрямків наукових досліджень останнього десятиріччя є розробка харчових продуктів функціонального призначення. Це спонукає розробників до пошуку нових нетрадиційних сировинних інгредієнтів із високим вмістом біологічно активних речовин. На кафедрі технології м'яса та м'ясних продуктів ОНАХТ у якості таких рецептурних компонентів запропоновано використовувати гідробіонти (морська капуста та фукуси) і зернопродукти (пророщена пшениця та пшеничний зародок). На початковому етапі ми дослідили функціонально-технологічні показники добавок стосовно м'ясної сировини. Враховуючи позитивний вплив на структурно-механічні показники м'ясної системи запропоновано проводити комбінування добавок і проводити часткову заміну тваринної жиросировини в рецептурі рослинною олією. Розроблена технологія виробництва печінкових паштетів функціонального призначення з масовою часткою комбінованих добавок в системі (9–12) % і із заміною до 50 % тваринного жиру. У дослідях на лабораторних тваринах підтверджений позитивний вплив на обмінні процеси живого організму [1-3].

Однак, використання нових нетрадиційних інгредієнтів при виробництві печінкових паштетів обумовлює необхідність ретельного дослідження термінів зберігання і мікробіологічних показників. Викликано це, насамперед, фізико-хімічною активністю добавок стосовно до м'ясної сировини, високим вологовмістом і привнесенням у м'ясну систему додаткової мікрофлори.

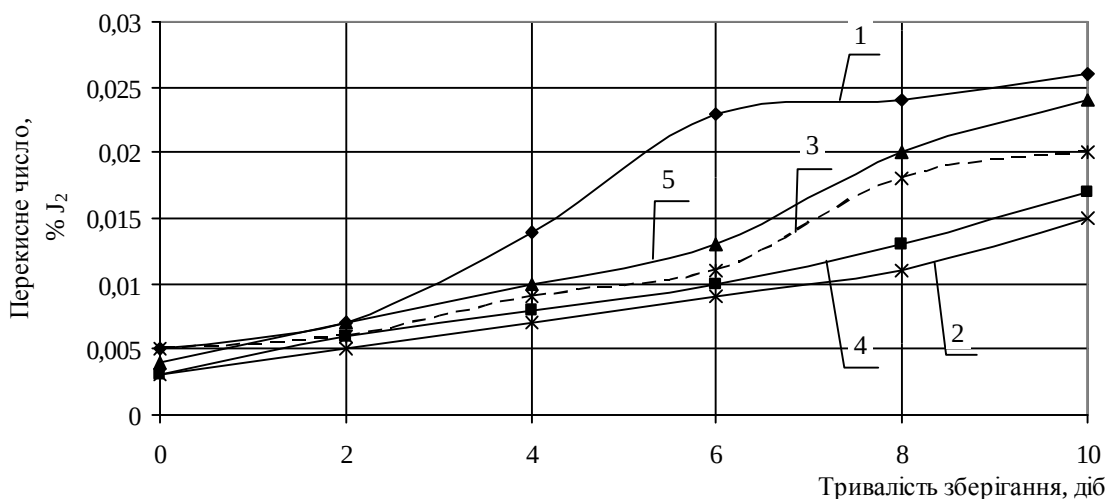
Метою досліджень було встановлення можливої зміни фізико-хімічних і мікробіологічних показників при внесенні в рецептуру добавок із функціональними інгредієнтами. Основними фізико-хімічними показниками, які можуть істотно змінюватися із внесенням добавок та у процесі зберігання є перекисне число [4], тіобарбітурове число [5] та значення pH [4], вологовміст [4]. Дослідження проводили на зразках паштетів у поліамідній оболонці, вироблених у промислових умовах. Добавки з функціональними інгредієнтами вводили до складу паштетної маси на початку процесу куттерування за розробленою раніше рецептурою і у відповідності із прийнятою технологією. За контрольний зразок виступав печінковий паштет, виготовлений за традиційною рецептурою.

Композиції добавок скомпоновані наступним чином:

- композиція I – комбінована добавка на базі ламінарії та пророщеної пшениці у співвідношенні (1:1);
- композиція II – комбінована добавка на ламінарії та пшеничного зародка – (1:1);
- композиція III – комбінована добавка на базі фукусів та пророщеної пшениці у співвідношенні (1:1);
- композиція IV – комбінована добавка на базі фукусів та пшеничного зародка у співвідношенні (1:1)

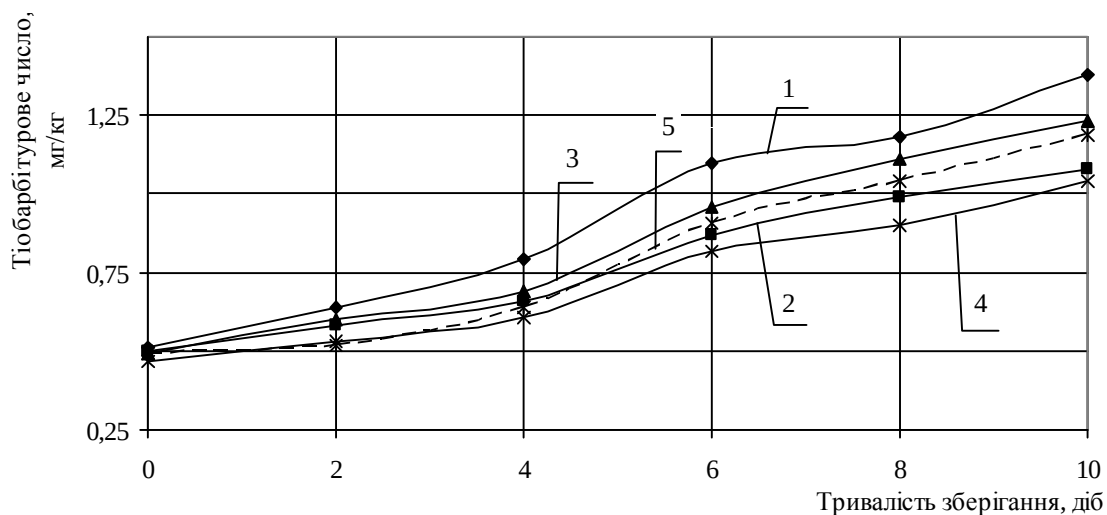
Масова частка рослинної олії в усіх рецептурах не перевищує 12,5 %.

Перекисні з'єднання є первинними продуктами окислювання жирів у харчових системах, вони утворюються, як під час технологічної обробки, так і під час зберігання, їх нагромадження не супроводжується зміною органолептичних характеристик продукту. Результати дослідження перекисного числа в процесі зберігання експериментальних видів паштетів наведені на рисунку 1. Для встановлення об'єму накопичення вторинних продуктів окислення жирів при зберіганні, паралельно досліджували тіобарбітурове число жиру. Результати представлені на рисунку 2. Зразки піддавали дослідженню безпосередньо відразу після виробництва, а далі через кожні 48 годин, тобто на 2-у, 4-у, 6-у, 8-у і 10-у добу зберігання.



1 – контроль; 2 – композиція I; 3 – композиція II; 4 – композиція III; 5 – композиція IV

Рис. 1 – Динаміка зміни перекисного числа в процесі зберігання

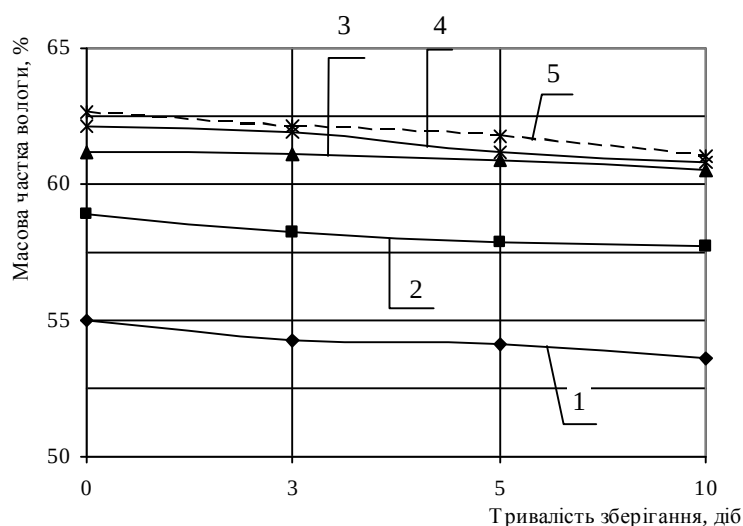


1 – контроль; 2 – композиція I; 3 – композиція II; 4 – композиція III; 5 – композиція IV

Рис. 2 – Динаміка зміни тіобарбітурового числа в процесі зберігання

Дані, отримані при дослідженні перекисного та тіобарбітурового чисел, свідчать, що внесення до складу печінкових паштетів рекомендованих добавок сприяє гальмуванню окисних процесів жирових компонентів рецептури. Антиокислювальну дію можна пояснити наявністю в добавках таких антиоксидантів як вітамін Е, β -каротин, мікроелемент селен. Більше виражений антиоксидантний ефект спостерігається в рецептурах, що містять морські водорості фукуси.

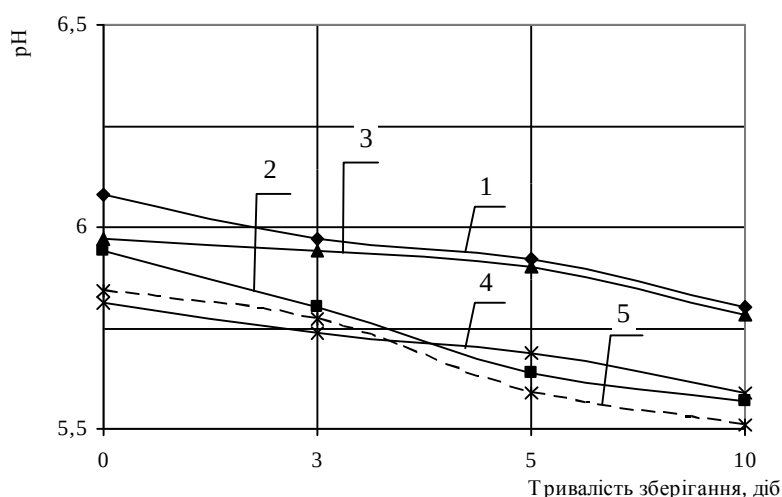
При вивченні зміни масової частки вологи і активної кислотності дослідження проводили в зразках після термообробки і на 3-тю, 5-тю і 10-тю добу зберігання при температурі (0–6) °С. При дослідженні масової частки вологи в контрольному та дослідних зразках паштетів в процесі зберігання (рисунки 3) не встановлено значної зміни даного показника. Лише встановлено, що масова частка вологи в дослідних паштетах дещо вища від контрольного, за рахунок інтенсивного утримання вологи водоростями. Не істотне зменшення фізично- і фізико-хімічно зв'язаної вологи в продуктах можна пояснити використанням поліамідної оболонки з низькою кисне- та вологопроникністю, що практично унеможливає її втрати в оточуюче середовище. Розвиток аеробних мікроорганізмів також пригальмовується, що скорочує витрати вологи на їх розвиток.



1 – контроль; 2 – композиція I; 3 – композиція II; 4 – композиція III; 5 – композиція IV

Рис. 3 – Динаміка зміни масової частки вологи в процесі зберігання.

Склад і життєздатність мікрофлори продукту напряму залежить від значення активної кислотності рН. Результати дослідження значення рН представлені на рисунку 4.



1 – контроль; 2 – композиція I; 3 – композиція II; 4 – композиція III; 5 – композиція IV

Рис. 4 – Динаміка зміни активної кислотності в процесі зберігання.

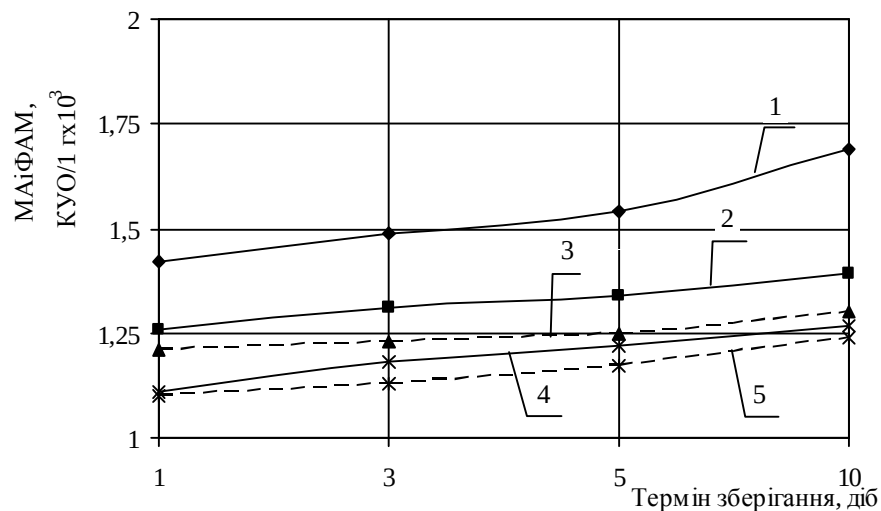
Проведені дослідження свідчать, що внесення добавок з функціональними інгредієнтами не призводить до істотної зміни активної кислотності готового продукту. Всі зразки експериментальних паштетів мають більш низькі значення рН у порівнянні з традиційним. Відхилення показника в кислотну сторону можна пояснити наявністю в добавках органічних кислот, а також іонами металів і потенційно високим числом позитивно заряджених зв'язків у ланцюгу альгінатів, а також накопиченням в продуктах з'єднань утворених при окисленні ліпідів. Отже, в експериментальних паштетах можливий розвиток гнилісних, патогенних мікроорганізмів, а також іншої мікрофлори, що регламентується нормативною документацією на традиційні види паштетів.

Мікробіологічна стабільність продукту є визначальним чинником при встановленні харчової безпеки і термінів зберігання нових видів м'ясопродуктів. При дослідженні важливим є встановлення не тільки якісного і кількісного складу мікрофлори, але і динаміки змін загального мікробіологічного обсіменіння

в процесі зберігання [6]. Мікробіологічному дослідженню піддавали контрольний і дослідні зразки паштетів після термообробки і на 3-тю, 5-ту і 10-ту добу зберігання при температурі (0–6) °С. Результати проведених досліджень представлені в таблиці 1 і на рисунку 5.

Таблиця 1 – Бактеріологічні показники паштетів (після термообробки)

Назва показника	Паштети печінкові					
	норма	контроль	з композицією I	з композицією II	з композицією III	з композицією IV
Кількість мезофільно аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО, в 1 г продукту, не більше	2×10^3	$1,42 \times 10^3$	$1,26 \times 10^3$	$1,21 \times 10^3$	$1,11 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не допускаються	Не виявлено				
Бактерії групи кишкових паличок (<i>E. coli</i>), в 1 г продукту	Не допускаються	Не виявлено				
Коагулазопозитивні стафілококи (<i>St. aureus</i>), в 1 г продукту	Не допускаються	Не виявлено				



1 – контроль; 2 – композиція I; 3 – композиція II; 4 – композиція III; 5 – композиція IV

Рис. 5 – Динаміки зміни кількості КУО в процесі зберігання паштетів

Отримані результати свідчать, що після проведення термічної обробки загальне мікробне обсіменіння всіх дослідних зразків перебуває у межах регламентованих показників. У контрольному та дослідних зразках печінкових паштетів не виявлено патогенних мікроорганізмів, у т.ч. бактерій роду *Salmonella*,

бактерій групи кишкових паличок, коагулазопозитивних стафілококів *St. aureus*. Загальне число мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів трохи вище в контрольному зразку, у середньому на $0,25 \text{ КУО/1 г} \times 10^3$. У процесі зберігання відзначається ріст загальної кількості мікрофлори в контрольних і експериментальних зразках. На поверхні м'ясо-пептонного агару розвиваються слизові капсуло- і спороутворюючі колонії, Грам⁺ забарвлення. Більш інтенсивне зростання мікрофлори спостерігається у зразку традиційного паштету. Всі контрольні продукти на 10-у добу зберігання мали значно менше обсіменіння, у середньому на $0,43 \text{ КУО/1 г} \times 10^3$ у порівнянні з контролем. На нашу думку, це пояснюється наявністю в складі добавок йодидів, що володіють високою антимікробною активністю. Таким чином, бактеріологічні дослідження свідчать, що за мікробіологічними показниками розроблені паштели відповідають встановленим нормам і обґрунтовують можливість встановлення термінів зберігання нових видів продукції, як і для традиційних виробів у поліамідній оболонці.

У загальному висновку слід зазначити, що внесення до складу печінкових паштетів добавок із функціональними інгредієнтами не погіршує їх фізико-хімічні і мікробіологічні показники в процесі зберігання, а, подекуди, навіть їх покращує. Це пояснюється, насамперед, наявністю в добавках компонентів з антиоксидантною активністю, галогеноїдів. Таким чином, внесення добавок пригальмовує розвиток процесів окислювання та розвитку мікроорганізмів, які спричиняють псування продукту. Це дозволяє проводити зберігання продуктів при режимах, які застосовують для традиційних видів паштетів і навіть їх продовжити.

Література

1. Агунова Л.В., Винникова Л.Г., Азарова Н.Г. О возможности использования проросшей пшеницы в паштетах функционального назначения. Зб. наук. праць Одеської національної академії харчових технологій – вип.31, т.2. – Одеса: ОНАХТ, 2007. – С.106–110.
2. Агунова Л.В., Винникова Л.Г., Янкова К.Д., Исследование функционально-технологических свойств гидробионтов для использования в мясных продуктах. Зб. наук. праць Одеської національної академії харчових технологій – вип. 33. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – С. 8–12.
3. Агунова Л.В., Коломійчук Т.В., Коломійчук С.Г., Азарова Н.Г. Медико-біологічні дослідження нових видів печінкових паштетів. Зб. наук. праць ДонДУЕТ – Вип.13, т.1 – Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. – С. 207–214.
4. Журавская Н.К., Алехина Л.Т., Отряшенкова Л.М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
5. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов: Учебное пособие для техникумов / Н. К. Журавская, Гутник Б.Е., Журавская Н.А. - М.: Колос, 1999. - 176 с.
6. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

УДК [637.661+663.26] : 613.2-021.632

ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ «ГЕМОВІН» НА ОСНОВІ БОЇНСЬКОЇ КРОВІ ТА ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Шлапак Г.В., ас.,
Луконіна І.М., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено комплексне дослідження нової біологічно активної антианемічної добавки «Гемовін» на основі боїнської крові та виноградних вичавок. Встановлено високу харчову, біологічну цінність та біологічну активність добавки, а також високий вміст гемового заліза.

The complex research of new biologically active additive "Hemevin" on the basis of slaughter blood and grape pomace is carried out. It is established high food, biological value and biological activity of the additive. And also the high hemo iron contents.

Ключові слова: антианемічна добавка.

Згідно з даними ВООЗ, майже в 30 % населення планети спостерігається дефіцит заліза. Хронічна нестача заліза в раціонах служить негативним тлом імунної стійкості організму та сприяє розвитку різних захворювань. Основні міри профілактики залізодефіцитної анемії полягають у використанні в раціоні харчування натуральних біологічно активних добавок з високим вмістом легкозасвоюваного заліза або продуктів з їх наявністю. З наявних джерел, кров забитих тварин є унікальною за вмістом біологічно коштовних харчових речовин, особливе місце серед яких займає залізо у формі легкозасвоюваного порфіринового комплексу. Виноградні вичавки (ВВ) також є джерелами біологічно активних речовин, в тім числі містять поліфенольні комплекси, які здебільшого володіють антиоксидантною активністю. Вони служать акцепторами вільних радикалів, які утворюють, що може сприяти збереженню гемового заліза в найбільш засвоюваній двовалентній формі.

Виходячи із цих положень, дослідниками було розроблено натуральну добавку «Гемовін» на основі бойської крові тварин і ВВ.

Метою даної роботи є дослідження розробленої добавки з комплексу показників, що характеризують її харчову та біологічну цінність, а також органолептичні властивості.

Показники загального хімічного складу та органолептики визначали стандартними методами [1], перетравлення білків – за методом А.А. Покровського та Н.Д. Єртанова, зміст заліза – орто – фенантроліновим методом, амінокислотний склад – хроматографічним методом на автоматичному аналізаторі амінокислот, а також біологічну активність за методом [1].

Оцінка хімічного складу та органолептичних властивостей добавки «Гемовін» наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Органолептичні та фізико-хімічні показники добавки «Гемовін»

Найменування показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд, консистенція	Паста без сторонніх включень
Колір	Коричневий з вишневим відтінком
Смак	Нейтральний
Масова частка води, %	83,6
Масова частка білка (у перерахуванні на сухі речовини), %	58
Масова частка жиру, %	1,0
Масова частка мінеральних речовин, %	5,3
Вміст гемового заліза, г/кг	0,70
Маса поліфенольних речовин, г/кг	3,8

За даними табл. 1 можна відзначити, що добавка має прийнятні, як для безпосереднього вживання, так і для наступного введення в харчові продукти, органолептичні властивості.

Добавка відрізняється високим вмістом білка, мінеральних речовин, і, на відміну від цільної крові, містить поліфенольні речовини. Вміст гемового заліза достатній для використання в якості препарату антианемічної дії.

Біологічна цінність визначає ефективність використання білка організмом. Одним із показників біологічної цінності є амінокислотний склад. Результати досліджень представлені в табл. 2.

Використовуючи отримані дані, були визначені амінокислотні скори по шкалі ФАО / ФОЗ. Результати також представлені в табл. 2.

Як видно з отриманих даних, до складу добавки входять всі незамінні амінокислоти, і за сумою амінокислот добавка перевершує м'ясо. Слід відзначити наявність високого вмісту таких незамінних амінокислот, як лейцин, триптофан, фенілаланін + тирозин, лізин в даній добавці. Разом з тим, добавка містить мало лейцину та метіоніну, що характерно для білків крові [2].

Амінокислотний склад відбиває потенційну можливість білка в задоволенні потреб людини. Біологічна доступність залежить, в остаточному підсумку, від особливостей структури білка та активності травних протеїназ. Динаміка перетравлення білків протеолітичними ферментами – пепсином і трипсином дозволяє оцінювати біологічну доступність продукту (*in vitro*). Результати досліджень перетравлення добавок представлені в табл. 3.

Таблиця 2 — Амінокислотний склад і амінокислотний скор добавки «Гемовін» (+ 0,6)

Найменування амінокислот	Вміст амінокислот, г/100 г білку	Амінокислотний скор
Ізолейцин	1,17	29,3
Лейцин	8,83	126,0
Лізин	6,58	119,0
Метіонін + цистин	2,52	72,0
Треонін	4,01	100,2
Триптофан	1,27	127,0
Фенілаланін + тирозин	8,32	138,0
Валін	4,87	97,4
Сума НАК	37,57	—
Аланін	7,05	—
Аргінін	4,13	—
Аспарагінова кислота	4,85	—
Гістидин	4,31	—
Гліцин	3,95	—
Глутамінова кислота	8,12	—
Серин	5,87	—
Оксипролін	0	—
Сума всіх амінокислот	75,85	—

Таблиця 3 — Перетравлення білків «in vitro» добавки «Гемовін»

Найменування зразка	Ступінь протеолізу, мг/мл		
	пепсином	трипсином 3 год.	Загальне перетравлення пепсином і трипсином
«Гемовін»	45,0 ± 0,24	37,7 ± 0,25	82,7 ± 0,24

Ферментативна атакованість білків, як видно з табл. 3, досить висока. Можна відзначити, що перетравлення білків м'яса є на 25 % нижчим, у порівнянні з добавкою. Отримані дані свідчать про високу біологічну цінність добавки «Гемовін».

Враховуючи те, що розроблена добавка має біологічну активність, було проведено дослідження в даному напрямку. Для порівняння була взята цільна кров великої рогатої худоби. Результати представлені на рис. 1.

Біологічна активність добавки перевищує значення цього показника цільної крові, що обумовлено впливом поліфенольних речовин ВВ.

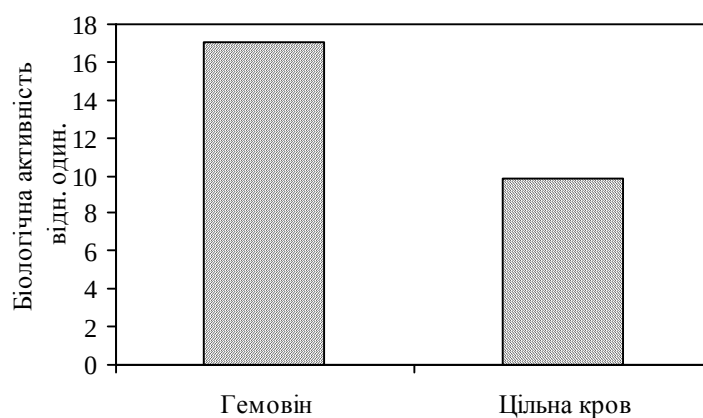


Рис. 1 — Біологічна активність добавки «Гемовін» і цільної крові.

Таким чином встановлено, що розроблена натуральна добавка «Гемовін» має гарні органолептичні властивості, високу харчову та біологічну цінність, а також має високу біологічну активність. За кількості гемового заліза (0,7 г/кг) добавку можна рекомендувати для введення в раціон харчування антианемічної спрямованості.

Література

1. Журавская Н.К., Гутник Б.Е., Журавская Н.А. Технологический контроль производства мяса и мясо-продуктов. – М.: Колос, 1999, - 176 с.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 569 с.

УДК [637.52: 66.045.5] : 613.2.

СТРУКТУРОСТАБІЛІЗУЮЧІ ДОБАВКИ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ ГІДРОКОЛОЇДІВ

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Глушков О.А., аспірант, Янкова К.Д., наук. співробіт.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Установлені найбільш ефективні добавки на основі гідроколоїдів для стабілізації заморожених м'ясних систем, визначена їх раціональна масова частка в рецептурі та розроблений оптимальний варіант внесення в заморожені напівфабрикати.

The most effective additives on a basis hydrocolloid for stabilization of the frozen meat systems are established, their rational mass fraction in a compounding is determined and the optimum variant of entering into the frozen semifinished items is developed.

Ключові слова: добавки, заморожені напівфабрикати, гідроколоїди, структуроутворення.

Великий попит на швидкозаморожені м'ясні напівфабрикати робить актуальною проблему збереження їхніх якісних показників при низькотемпературному заморожуванні та зберіганні. Фізико-хімічні процеси, які при цьому відбуваються, негативно впливають як на органолептичні та споживчі властивості, так і на харчову цінність продуктів у м'ясній промисловості.

Гідроколоїди широко використовуються в якості функціонально-технологічних добавки для стабілізації структури та підвищення виходу ковбасних виробів і копченостей. Однак, вивчення можливості їхнього застосування в якості кріопротекторів для м'ясних напівфабрикатів, у виробництві яких використовують шокове заморожування, практично не проводилося. Даний напрямок є предметом досліджень співробітників кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Одеської національної академії харчових технологій. Позитивний вплив гідроколоїдів – ксантової і гуарової камеді, камеді рожкового дерева, камеді тара, карагінана, метилцелюлози (МЦ) і карбоксиметилцелюлози (КМЦ) на функціонально-технологічні властивості заморожених м'ясних систем було показано раніше [1]. Установлено, що кожний з гідроколоїдів у більшій або меншій мірі може впливати на зв'язування води, жиру, структуроутворення. Опираючись на отримані дані, ми поставили перед собою завдання: установити найбільш ефективні структуростабілізуючі добавки на основі гідроколоїдів, що і є метою даної роботи.

Дослідження проводили на модельних зразках напівфабрикатів (котлет "Домашніх"), виготовлених відповідно до діючої нормативної документації. Всі зразки заморожували при температурі $-18 \pm 2^\circ\text{C}$, розморожували та піддавали тепловій обробці (обсмажуванню). За результатами проведеного раніше дослідження функціонально-технологічних властивостей модельних м'ясних систем з окремими видами гідроколоїдів, було виділено кращі зразки та встановлено раціональну масову частку їх введення. Для експерименту були обрані наступні варіанти, що включають, як окремі гідроколоїди так і їх суміші, для встановлення можливого синергетичного ефекту:

- 1 – контроль (без добавок);
- 2 – камедь рожкового дерева – 1 % (до маси м'яса);
- 3 – камедь тара – 1 %;
- 4 – камедь гуара – 0,5 %;
- 5 – камедь тара 0,25 % + камедь гуара 0,25 %;
- 6 – камедь гуара 0,25 % + камедь рожкового дерева 0,25 %.

Оскільки основним завданням у розробці добавки була стабілізація структури, дослідження включали структурно-механічні властивості після розморожування (гранична напруга зрізу) і теплової обробки (робота різання), функціонально-технологічні властивості (водозв'язуюча здатність і вихід), а також органолептичні показники. Результати представлені в таблиці 1.

Отримані результати свідчать про те, що всі обрані варіанти добавок досить істотно підвищують ступінь утримання вологи в зразках після розморожування і теплової обробки в порівнянні з контролем. Це підтверджують дані по вмісту вологи, водозв'язуючої здатності та зниженню втрати маси, тобто підвищенню виходу на 8 – 10 %.

Таблиця 1 – Структурні та функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем (швидкозаморожені напівфабрикати)

Показники	Зразки					
	1	2	3	4	5	6
Вміст вологи, %	67,3±1,2	77,6±1,3	78,1±1,3	76,4±1,2	74,3±1,3	78,7±1,4
ВЗЗ, % до загальної вологи	77,4±1,6	83,5±1,5	83,8±1,6	83,1±1,6	80,7±1,5	84,1±1,5
Напруга зрізу $\times 10^2$, Па	9,2±0,7	9,5±0,6	9,3±0,6	9,6±0,7	9,4±0,6	9,8±0,6
Робота різання $\times 10^{-2}$, Дж/см ²	4,8±5,6	5,2±5,5	5,0±5,6	5,2±5,5	5,1±5,6	5,3±5,7
Вихід, %	74,9±1,7	84,3±1,6	84,2±1,6	83,1±1,7	82,8±1,6	84,9±1,5
Органолептичні показники, бали	7,8±2,5	8,7±1,9	8,5±2,0	8,8±2,1	8,4±2,2	8,8±2,5

Відповідно зразки відрізняються більш пружною, не крихливою консистенцією, що підтверджено як органолептично, так і показниками структурно-механічних властивостей. Так, напруга зрізу зменшується в середньому на 20 %, а робота різання – на 30 %.

На фоні позитивного впливу всіх варіантів добавок, кращими по органолептичних, функціонально-технологічних і структурних показниках є два зразки: 1 – із внесенням 1 % камеді рожкового дерева; 2 – із внесенням 0,25 % камеді гуара і 0,25 % камеді рожкового дерева.

Слід відмітити, що зазначена композиційна суміш гідрокооллоїдів за рахунок синергетичного ефекту дозволяє замінити кількість добавок у два рази.

Таким чином, проведені дослідження модельних зразків дозволили вибрати найбільш ефективні гідрокооллоїди в якості структуростабілізуючих добавок до швидкозаморожених напівфабрикатів, установити раціональну масову частку і оптимальний варіант їхнього внесення в м'ясні системи.

У подальшій роботі передбачається дослідження кріозахисних властивостей установлених добавок.

Специфіка виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів і страв на їхній основі така, що введення добавок можливе тільки на етапі перемішування подрібненої сировини в мішалці.

При вирішенні технологічних завдань ми керувалися тим, щоб не вносити зміни в базові технології та рецептури. У зв'язку із цим ступінь подрібнювання м'яса і тривалість перемішування не змінювалися.

Необхідним інгредієнтом рецептури напівфабрикатів є вода, масова частка внесення якої коливається від 8 до 25 % залежно від виду виробу. Це враховувалося при постановці експерименту щодо визначення раціонального варіанта підготовки та введення добавок.

З огляду на істотні відмінності ФТС добавок на основі гідрокооллоїдів, нерозчинних полісахаридів і зернових культур, використали різні підходи.

Від визначення в якому агрегатному стані (у сухому або гідратованому виді) вводити добавки камеді у фарш, досліджували функціонально-технологічні властивості систем після заморожування–розморожування і теплової обробки. При проведенні експерименту були взяті встановлені раніше кращі варіанти добавок.

Масова частка води становила 15 % до маси м'яса, що відповідає в середньому використанню її в базових рецептурах напівфабрикатів. Гідратацію проводили при кімнатній температурі +20 °С протягом 30 хв, до розчинення добавки.

Досліджували наступні варіанти:

1. фарш із введенням 15 % води до маси м'яса (контроль);
2. фарш із введенням 15 % води та 0,5 % добавки в сухому виді;
3. фарш із введенням 15 % води та гідратованої добавки (0,5 % до маси м'яса).

Зразки заморожували за зазначеними раніше режимами і визначали після розморожування й обсмажування втрати маси та органолептичні показники (рис. 1).

Результати досліджень наведені на рис. 1.

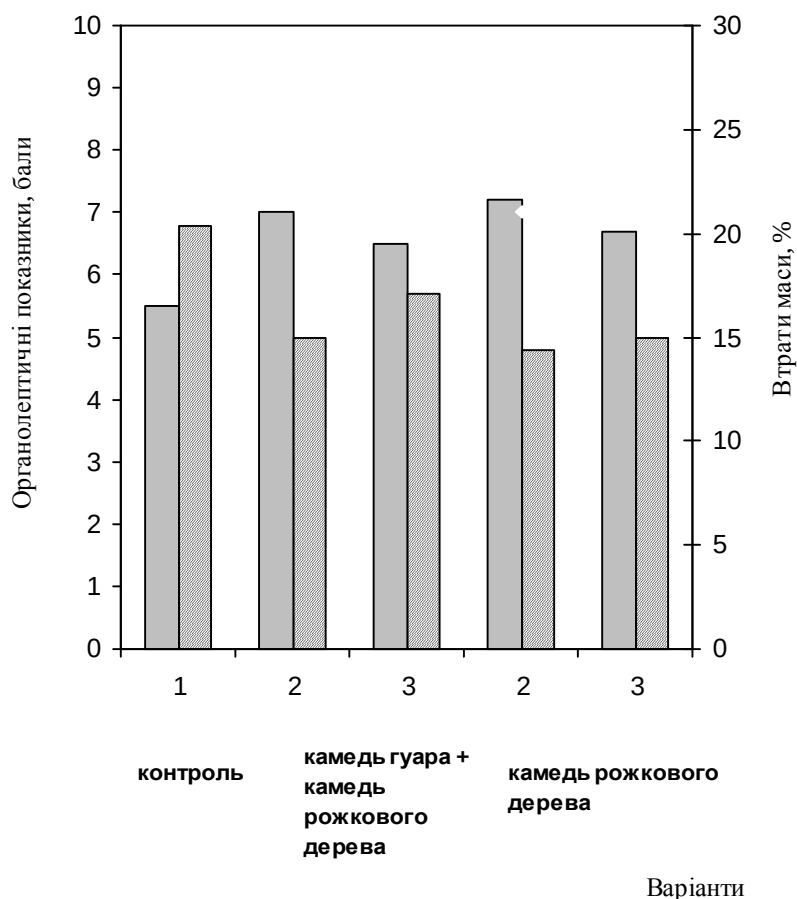


Рис. 1 – Вплив способу внесення камедій на втрати маси та органолептику фаршів після заморожування–розморожування і теплової обробки

Як видно з отриманих даних, кращі показники органолептичних властивостей і найменші втрати маси встановлені для зразка № 2, тобто коли добавка вноситься в мішалку в сухому виді одночасно з водою.

Література

1. Віннікова Л.Г. Вплив гідроколідів на функціонально-технологічні властивості заморожених м'ясних систем //Л.Г. Віннікова, О.А Глушков, Н.М., Поворова, К.Д. Янкова/ зб. наук. пр. Дон НУ-ЕТ. „Обладнання та технології харчових виробництв”, Донецьк, 2008. – Вип. 19- с. 123 – 127.

НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ПАШТЕТНОЇ ПРОДУКЦІЇ З БАД НА ОСНОВІ ВОДОРОСТЕВОЇ СИРОВИНИ

1Корзун В.Н., д-р мед. наук, професор, 2Свідло К.В., канд. техн. наук, доцент
1Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України, м. Київ
2Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ, м. Харків

З позицій радіозахисного та оздоровчого харчування науково обґрунтовано технологію паштетної продукції з БАД з морських водоростей як високоефективних засобів мінімізації дози внутрішнього опромінення і попередження виникнення патологій у людей, проживаючих на ендемічних територіях.

From positions of radioprotective and health feed scientifically grounded technology of pate products with bioactive raw material from algae as high-efficiency preventives of minimization of dose of internal irradiation and warning of origin of pathology for people, resident on endemic territory.

Ключові слова: біологічно активні добавки, водоростева сировина, паштетна продукція.

Якість і безпека харчових продуктів є найважливішими чинниками, що визначають здоров'я населення України. Поліпшити стан здоров'я населення в сучасних умовах можливо тільки за рахунок зменшення дози опромінювання людей, використовуючи спеціальні препарати, функціональні харчові продукти і добавки лікувально-профілактичного і оздоровчого харчування, які здатні знизити накопичення радіонуклідів і підвищити опір організму людини до багатьох чинників, у тому числі і до іонізуючого опромінювання, нормалізувати стан ендокринної, імунної і кровотворної системи.

Йод є абсолютно необхідним компонентом для синтезу гормонів щитоподібної залози. Україна є регіоном, дефіцитним за йодом в ґрунтах, воді та продуктах харчування, що веде до порушення синтезу тиреоїдних гормонів та розвитку низки патологічних станів (захворювань). Найбільш значимі з них: зниження інтелектуального потенціалу населення, порушення репродуктивної функції жінок (безплідність, не виношування вагітності), зниження фізичної та розумової працездатності, високий рівень інфекційних захворювань, анемії, низькорослості, глухоти, атеросклерозу тощо. Наслідки нестачі йоду в раціонах харчування населення України підсилюється техногенним забрудненням довкілля.

Йод засвоюється організмом лише у стані J^+ , тільки у цій формі він може утворювати комплекси з органічними речовинами, зокрема з білками. У продуктах харчування йод найчастіше знаходиться як йодид, що відповідає хімічній формі J^- . Майже тому основною функцією тиреоїдної залози людини є перекладання йоду зі стану J^- у стан J^+ , з наступним утворенням йодорганічних сполук, які необхідні людині для нормального протікання біологічних процесів. Враховуючи нестачу і інших мікроелементів у харчуванні розповсюдження порушень функції ендокринної системи серед населення України даний перехід йоду не завжди може здійснюватися, що призводить до неможливості засвоєння організмом мінеральних сполук йоду. Тому доцільним є пошук харчових джерел органічних сполук йоду та їх використання в технології продуктів харчування оздоровчого призначення.

В наш час більшість вчених приділяють підвищену увагу розробці технологій функціональних продуктів харчування на основі водоростевої сировини [1]. В основі технологій створення функціональних харчових продуктів лежить модифікація традиційних, що забезпечує підвищення вмісту в них корисних інгредієнтів до рівня, збіжного з фізіологічними нормами їх споживання (за різними джерелами 10-50 % від середньої добової потреби). Базовими при розробці технології функціональних композицій є склад, властивості, спосіб отримання, харчова цінність, безпечність, економічна або інша ефективність використання. При створенні функціональних композицій ключове місце займає комплекс прогнозованих функціонально-технологічних характеристик і властивостей, сумісність і специфіка взаємодії з іншими компонентами рецептурних сумішей і готових продуктів. Саме такий комплекс визначає можливість і доцільність використання функціональних композицій при виробництві кулінарної продукції. Функціональні продукти створюються за принципом харчової комбінаторики, шляхом обґрунтованого кількісного підбору основної сировини, інгредієнтів, харчових добавок, сукупність яких забезпечує формування бажаних органолептичних і фізико-хімічних властивостей, а також заданий рівень харчової, біологічної та енергетичної цінності [2].

Виходячи з вищевказаного і відповідно фізіологічним нормам споживання таких мікроелементів як йод (200...250 мкг/добу) та селен (50...70 мкг/добу), були вибрані межі введення водоростевої сировини, а саме (0,5...2,0) %. Із застосуванням математичних методів проектується індустріальні харчові продукти III покоління, у яких визначена масова частки компонентів обумовлює можливість цільового і

функціонального харчування певних груп населення. На основі аналізу технологічного процесу виробництва м'ясних паштетів № 159 «Паштет з печінки» [3], м'ясний паштет дитячий в.г., український Іг., столичний в.г.; м'ясний паштет у оболонці – біловезький [4], було проведено розрахунки оптимальних рецептур м'ясних паштетів із застосування методів статистичного моделювання.

На початковому етапі вивчали вплив водоростевих добавок цистозіри та пектину-зостерину на функціонально-технологічні властивості модельних систем м'ясної та водоростевої сировини. Цистозіру та пектин-зостерин додавали у кількості (0,5; 1,0; 1,5; 2,0) % від маси модельної системи окремо та сумісно у кількості (0,5 і 0,5) %; (1,0 і 1,0) %; (1,5 і 1,0) % від маси модельної системи відповідно цистозіри та пектину-зостерину. Дослідження вологосв'язуючої здатності подані у вигляді таблиці 1, рис. 1-2.

Таблиця 1 – Дослідження вологосв'язуючої здатності протягом 72 годин зберігання модельної паштетної маси

Вміст цистозіри, %	Вміст пектину зостерину, %	Вологозв'язуюча здатність		
		1 день	2 день	3 день
Контроль		14,0	10,4	5,7
0,5	0,0	14,5	13,1	9,0
1,0	0,0	15,0	14,2	11,2
1,5	0,0	19,0	18,4	16,3
2,0	0,0	21,0	20,0	18,7
0,0	0,0	14,0	10,4	5,7
0,0	0,5	16,0	15,2	14,0
0,0	1,0	19,0	18,1	17,2
0,0	1,5	24,0	23,7	22,1
0,0	2,0	27,0	26,0	24,3
0,0	0,0	14,0	10,4	5,7
0,5	0,5	17,5	16,0	13,1
1,0	1,0	22,5	21,2	20,0
1,5	1,0	27,0	26,0	24,7

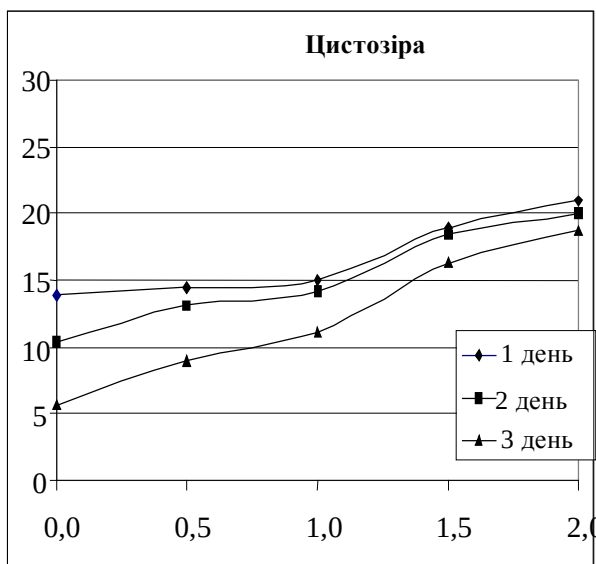


Рис. 1 – Залежність вологосв'язуючої здатності від концентрації цистозіри в модельній паштетній масі протягом 72 годин зберігання

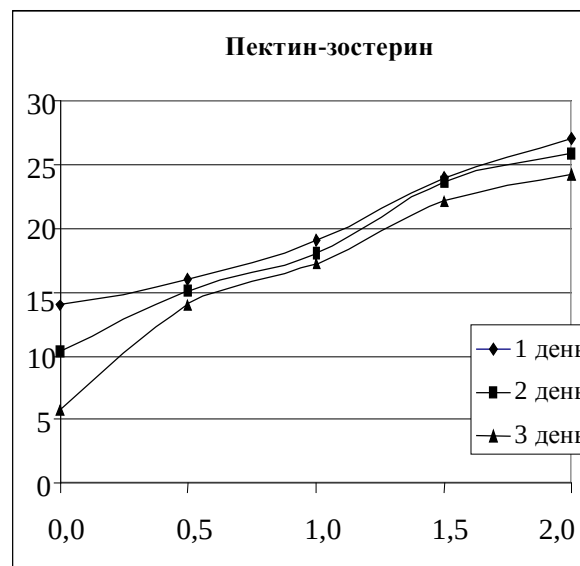


Рис. 2 – Залежність вологосв'язуючої здатності від концентрації пектину-зостерину в модельній паштетній масі протягом 72 годин зберігання

Підвищення вологозв'язуючої здатності у модельних паштетних масах, що вміщували цистозіру, проходило повільніше, ніж у модельних паштетних масах, що вміщували пектин-зостерин. Так, у перший день досліді, для концентрації водоростевих добавок 0,5 % у модельних паштетних масах різниця у абсолютних значеннях складала 1,5 % – 14,5 проти 16,0 %; для концентрації водоростевих добавок 1,0 % різниця у абсолютних значеннях складала вже 4,0 % – 15,0 проти 19,0 %; для концентрації водоростевих добавок 1,5 % різниця складала 5,0 % – 19,0 проти 24,0 %; для концентрації водоростевих добавок 2,0 % різниця складала 6,0 % – 21,0 проти 27,0 %.

На другий та третій день досліді ми спостерігали таку саму тенденцію за умовами зниження абсолютних значень вологозв'язуючої здатності у модельних паштетних масах. Тобто, для концентрації водоростевих добавок 0,5 % різниця у абсолютних значеннях складала відповідно 2,1 % і 3 % – 13,1 проти 15,2 % та 9,0 проти 14,0 %; для концентрації водоростевих добавок 1,0 % різниця у абсолютних значеннях складала відповідно 3,9 % і 6 % – 14,2 проти 18,1 % та 11,2 проти 17,2 %; для концентрації водоростевих добавок 1,5 % різниця складала відповідно 5,3 % і 5,8 % – 18,4 проти 23,7 % та 16,3 проти 22,1 %; для концентрації водоростевих добавок 2,0 % різниця відповідно складала 6,0 % і 5,6 % – 20,0 проти 26,0 % та 18,7 проти 24,3 %.

При сумісному введенні цистозіри і пектину-зостерину вже при малих концентраціях введення спостерігалася висока вологозв'язуюча здатність у модельних паштетних масах, що вміщували водоростеву сировину. Так, при введенні цистозіри і пектину-зостерину по 0,5 % сировини відповідно вологозв'язуюча здатність становить 17,5 %, по 1,0 % сировини відповідно вологозв'язуюча здатність – 22,5 %, а при введенні цистозіри і пектину-зостерину у кількості 1,5 % і 1,0 % відповідно вологозв'язуюча здатність досягає 27,0 %. Тому, найраціональніше вводити у рецептури цистозіри і пектину-зостерину разом у кількості 1,5 % і 1,0 % та окремо цистозіру у кількості (1,5...2,0) % до маси готового продукту.

Дослідження свіжості модельних паштетних мас здійснювалося за методикою визначення аміноаміачного азоту титруванням за фенолфталеїном. Зберігання модельних паштетних мас проводилося при температурі (-15...-12) °С. Відповідно до ГОСТ 30390-95 «Общественное питание. Кулинарная продукция, реализуемая населению. Общие технические условия» термін зберігання паштетів м'ясних та субпродуктових, обмежений 6 годинами за температурою (2...6) °С. Дослідження аміноаміачного азоту титруванням за фенолфталеїном в модельних паштетних масах проводили протягом 24 годин. Узагальнені дані дослідження подані у табл. 2.

Таблиця 2 – Дослідження свіжості модельних паштетних мас титруванням аміноаміачного азоту за фенолфталеїном

Паштетні маси з концентрацією водоростевої сировини, %	Концентрація аміноаміачного азоту, мг / 100 г					
	Цистозіра		Пектин-зостерин		Цистозіра + пектин-	
	12 год	24 год	12 год	24 год	12 год.	24 год
Контроль	1,0	1,4	1,0	1,4		
0,5	0,9	1,2	0,9	1,2		
1,0	0,9	1,26	0,9	1,2		
1,5	0,8	1,12	0,85	1,19		
2,0	0,76	1,1	0,85	1,19		
0,5+0,5					0,9	1,1
1,0+1,0					0,85	1,19
1,5+1,0					0,70	1,0

Тенденція, що спостерігається щодо дослідження свіжості модельних паштетних мас титруванням аміноаміачного азоту за фенолфталеїном, підтверджує гіпотезу про антимікробну дію водоростевої сировини.

Таким чином, введення у паштетні маси водоростевої сировини сприяє не тільки покращенню органолептичних показників, а саме соковитості паштетів, але й подовжує термін придатності паштетних мас практично у (2..4) рази.

У результаті розрахунків і експериментів отримані для подальших технологічних досліджень чотири варіанти м'ясних паштетів «Аматорський» на базі рецептури № 159 «Паштет з печінки» [3] та «Морський», «Харківський», «Житомирський», «Пряний» на базі рецептур м'ясних паштетів дитячий в.г., український Іг., столичний в.г.; м'ясний паштет у оболонці – біловезький [4].

З позиції системного підходу технологію отримання м'ясних паштетів представлено як цілісну систему, в межах якої виділено принципові підсистеми – С₁, С₂, С₃, В, А, функціонування яких спрямоване

на отримання вихідного результату функціонування системи – отримання м'ясних паштетів збагачених водоростевою сировиною. Мету функціонування окремих підсистем наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Структура технологічної системи та мета функціонування її складових частин

Підсистеми	Найменування підсистеми	Мета функціонування підсистеми
A	Утворення м'ясного паштету	Отримання м'ясних паштетів збагачених водоростевою сировиною з заданими властивостями та складом внаслідок технологічного впливу
B	Отримання паштетної маси	Отримання паштетної маси, що характеризується підвищеною біологічною цінністю та лікувально-профілактичними властивостями
C ₁	Утворення обводненого гелю на основі водоростевої сировини	Отримання гідратованої суміші водоростевої сировини на основі цистозіри та пектину-зостерину
C ₂ , C ₃	Утворення рецептурної суміші, що підлягає кутеруванню	Отримання напівфабрикатів печінка смажена та овочі пасеровані зі шпиком з певними показниками якості

В рамках підсистеми C₁ отримують гідратованої суміші водоростевої сировини на основі цистозіри та пектину-зостерину. Визначено, що для забезпечення заданих показників соковитості готових паштетів концентрація водоростевої сировини за умовою введення у рецептури цистозіри і пектину-зостерину разом у кількості відповідно 1,5 % і 1,0 % та окремо цистозіру у кількості (1,5...2,0) % до маси готового продукту. Ключову роль відіграє такий елемент підсистеми як вода питна, оскільки її температура може здійснювати вагомий вплив як на властивості (в'язкість) паштетної маси, так і на термін процесу гідратації, що здійснюються в рамках підсистем C₁, B.

Підсистеми C₂ та C₃ передбачають отримання напівфабрикатів печінка смажена та овочі пасеровані зі шпиком з певними показниками якості, які забезпечують формування харчової цінності та смаку паштетних мас. Визначено, що теплова обробка печінки з застосуванням новітнього обладнання, а саме пароконвектомату, значно впливає на якісні структурні показники готового продукту.

Як харчові інгредієнти у складі суміші, що отримана в межах підсистеми C₃, виступають овочі та шпик використання яких, здебільшого, буде спрямовано на формування органолептичних показників паштетних мас та забезпечення її високих поживних властивостей.

Підсистема B передбачає грубе подрібнення рецептурної суміші, що підлягає подальшому кутеруванню. При цьому з точки зору формування структури паштету, його соковитості та заданої в'язкості передбачено введення молока (чи бульйону), а також визначено необхідність додавання вершкового масла як пластифікатора.

Функціонування підсистеми A передбачає отримання кінцевого продукту – паштету з визначеними розмірними, фізико-хімічними та органолептичними показниками, стабільними під час зберігання.

Якість паштетної продукції функціонального призначення досліджували на відповідність стандартним показникам продукції, виготовлюваної за загальноприйнятою технологією, а також досліджували додаткову якість нової продукції за показниками органолептичної оцінки, фізико-хімічними, мікробіологічними тощо. Акти дегустацій паштетної продукції функціонального призначення ТОВ «Вовчанський м'ясокомбінат» та ковбасного цеху ТФ «Літо», свідчать про те, що паштетна продукція з використанням водоростевої сировини та продуктів їх переробки має прекрасний зовнішній вигляд та відповідну консистенцію. Водоростева сировина (цистозіра) та продукти її переробки (пектин зостерин) у кількості (0,5...2,5) % від загальної маси виробів не впливає на смакові властивості паштетів. Паштетна продукція з використанням водоростевої сировини та продуктів їх переробки характеризується консистенцією, смаком та ароматом, що відповідає вимогам високоякісної продукції, що було встановлено на основі узагальнення експертних оцінок.

Концепції радіозахисного і оздоровчого харчування передбачають насамперед забезпечення фізіологічних потреб організму, які змінилися під впливом негативних чинників навколишнього середовища, з метою нормалізації обмінних процесів, а також гальмування всмоктування та накопичення радіонуклідів в організмі. Нами проведено клінічну апробацію паштетної продукції в умовах відділення радіаційної педіатрії, вродженої та спадкової патології дитячої клініки ДУ «НЦРМ АМН України».

Протирадіонуклідні властивості паштету "Пряний", збагаченого водоростевою сировиною, вивчалися на 24 дітях віком (10...17) років, які постійно проживають за умов хронічного надходження радіонуклідів з тривалим періодом напіврозпаду по харчових ланцюжках. Діти з основним раціоном харчування щоденно впродовж 20 діб отримували паштет "Пряний" по 50 г на сніданок у вигляді бутерброду. Вихідний рівень радіоцезію в організмі дітей коливався від 555 до 42476 Бк. При цьому у трьох дітей актив-

ність інкорпорованого радіоцезію дорівнювала 15207 Бк, 17612 Бк та 42476 Бк. Для отримання коректних результатів вони аналізувалися окремо.

Контрольна група (12 дітей) отримували звичайний раціон харчування. Усім дітям як основної, так і контрольної групи було проведено комплексне клінічне, лабораторне, інструментальне та радіометричне обстеження. Дослідження проводились при надходженні дітей до клініки та на 20 добу після призначення харчової композиції.

На початку випробувань паштету "Пряний" вміст радіоцезію в організмі дітей основної групи склав $(1785,0 \pm 232,6)$ Бк, у дітей контрольної групи – $(1277,9 \pm 276,4)$ Бк. Тобто діти основної та контрольної груп за активністю ^{137}Cs в тілі не мали вірогідних відмінностей.

Дослідження дітей основної групи на 20 добу показали, що вміст цезію-137 в організмі склав $(978,0 \pm 164,6)$ Бк, тобто зниження становило 48,3 %.

За аналізом індивідуальних даних радіометричного дослідження дітей з активністю інкорпорованого радіоцезію понад 15000 Бк в процесі вживання паштету "Пряний", також встановлено помірне прискорення виведення радіонуклідів. За 20 діб активність ^{137}Cs знизилася на $(19,3 \dots 26,3)$ % (у середньому 23,8 %).

У дітей контрольної групи, які знаходилися на звичайному раціоні харчування, спостерігалася лише тенденція до зниження вмісту ^{137}Cs (з $1277,9 \pm 276,4$ на початку досліджень до $(993,3 \pm 249,8)$ Бк на 20 добу), але статистичної значимості вона не досягала – $p > 0,05$. Відсоток зниження активності радіоцезію в тілі дітей становив лише 22,3 %. Таким чином, доведено, що паштет «Пряний» має гарні декопоративні властивості. Проте у дітей з активністю інкорпорованого ^{137}Cs понад 15,0 кБк слід використовувати більш потужні декопоративні засоби.

В процесі клінічної апробації паштету "Пряний" було також встановлено, що в усіх дітей відзначена гарна переносність продукту. Побічних ефектів не спостерігалось. Як показало повторне обстеження на 20 добу після комплексного застосування базисної терапії та вживанням паштету «Пряний», збагаченого цистозірою, абдомінальний синдром не виявлявся у 22 дітей (91,7 %), диспепсичні розлади – у 15 дітей (62,5 %), значно зменшилися прояви астено-вегетативного синдрому у 17 дітей (70,8 %). До моменту виписки із стаціонару (21 доба) ті чи інші симптоми абдомінального та диспепсичного синдрому виявлялися відповідно лише у 4,2 % та 8,3 %, а суттєві прояви астено-вегетативного синдрому зберігалися у 20,8 % дітей.

Додаткове призначення до звичайного раціону харчування та базисної терапії впродовж 20 діб паштету "Пряний" по 50 г на добу сприяє більш вираженому терапевтичному ефекту у дітей з патологією травної системи. Призначення паштету "Пряний", збагаченого цистозірою, призводить до суттєвого поліпшення процесів порожнинного травлення, зменшення дисбіотичних процесів у дітей – мешканців радіоактивно забруднених територій, які мають патологію шлунково-кишкового тракту, позитивно впливає на стан щитовидної залози та призводило до її зменшення, а також покращення показників клітинної, гуморальної ланок імунітету та фагоцитарної функції нейтрофілів.

У дітей контрольної групи стан щитовидної залози залишався практично без суттєвих змін, середньогрупові значення показників клітинної, гуморальної ланок імунітету та фагоцитарної функції нейтрофілів, на початку та при кінці дослідження вірогідно не відрізнялися.

Таким чином, паштетна продукція з використанням біологічно активної водоростевої сировини пройшла всі етапи, що передбачає наукова стратегія і практика створення продуктів здорового харчування. Були вивчені медико-біологічні аспекти використання водоростевої сировини, досліджені технологічні аспекти застосування її у паштетній продукції і доказана клінічна ефективність запропонованої паштетної продукції.

Література

1. Тезисы докладов III Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», 8-10 сентября 2008г. – Владивосток: ТИНРО, 2008. – 404 с.
2. Капрельянц Л.В., Йоргачова К.Г. Функціональні харчові продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
3. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів для підприємств громадського харчування всіх форм власності – К.: А.С.К., 2000. – 848 с.
4. Справочник технолога колбасного производства/ И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Б.Е. Гутник и др. – М.:Колос, 1993. – 431 с.

ГЕНЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ НЕОРГАНІЧНОЇ ФРАКЦІЇ ЗРАЗКІВ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Ткачова Д.Л., Дуган О.М., д-р біол. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

Представлені результати з визначення потенційної генетичної дії неорганічної фракції зразків сирокопчених ковбас свідчать про наявність у ковбасах хімічних речовин, з одного боку, здатних індукувати генні мутації за різними механізмами дії, з другого – прямої і непрямой дії, а також речовин з токсичними властивостями відносно тест-організмів.

The non-organic fraction of the smoked sausage samples have been tested for the potential genetic activity evaluation. Experimental data have shown existence of direct and non-direct mutagens, bactericidal substances and the chemical substances which are able to induce gene mutations with the different mechanisms of action.

Ключові слова: мутагенна активність, зсув рамки зчитування генетичного коду, заміна пар нуклеотидних основ, мутація, неорганічна фракція.

Копчення – традиційний спосіб обробки харчової сировини (здебільшого, м'ясної та рибної) продуктами неповного згоряння деревини, що перебувають у стані диму, або бездимного коптільного середовища (коптільної рідини, гелі, солі тощо). Даний спосіб позитивно зарекомендував себе з давніх часів як метод, який дозволяє отримувати продукцію із специфічним кольором, ароматом і смаком, при цьому попереджуючи її мікробне псування та окисне прогіркання жирів [5,8].

Коптільний дим – це складна дисперсійна система аерозольного типу. Дисперсійним середовищем є парогазова суміш, яка складається з повітря, газоподібних продуктів горіння, парів коптільних речовин і водяних парів. Дисперсійна фаза представлена частками рідких і твердих речовин – продуктів неповного згоряння деревини. Основна маса коптільних речовин зосереджена у дисперсійній фазі. У димі присутні частки попелу і сажі, які є небажаними домішками. У складі коптільного диму знайдені такі класи органічних сполук: органічні кислоти (оцтова, пропіонова, масляна, валеріанова, мурашина), альдегіди і кетони, спирти, феноли та їхні ефіри, аміни, поліциклічні ароматичні вуглеводні тощо [5].

За даними [2], загальна кількість речовин, присутніх у димі, оцінюється у 5-10 тисяч, з яких ідентифіковано біля 500 індивідуальних компонентів, тому кінцеву токсиколого-гігієнічну оцінку копченню надати неможливо. Основним токсичним компонентом диму є добре відомий канцероген – бенз(а)пірен та інші поліциклічні сполуки. Гранично допустима концентрація (ГДК) бенз(а)пірену становить 1 мкг/кг їстівної частини копченого продукту. Вважається, що при холодному копченні на продукті осаджується менше бенз(а)пірену, ніж при гарячому. Особливо високий вміст бенз(а)пірену спостерігається при чорному копченні [8]. Факторами, що впливають на склад копченого продукту, є вид деревини, методи прямого і непрямого копчення, різні температури копчення, тип дымогенератора, доступність кисню, час копчення та ін. [5].

Епідеміологічні дослідження вказують на кореляційні зв'язки між зростаючими випадками ракових захворювань шлунково-кишкового тракту і системним споживанням копчених продуктів [14].

За даними зарубіжних авторів [12,14-16,18], проведено ряд досліджень із визначення мутагенної активності конденсатів коптільного диму, коптільних препаратів і безпосередньо зразків різноманітних копчених продуктів разом з одночасним визначенням в них вмісту потенційних мутагенів/канцерогенів, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні, N-нітрозаміни і гетероциклічні аміни. Отримані дані у цих дослідженнях є неоднозначними і не дають у повній мірі відповіді про мутагенні/канцерогенні властивості копчених продуктів і коптільних препаратів.

Виходячи з вищесказаного, актуальним є подальше вивчення мутагенної активності м'ясопродуктів, зокрема, вироблених в Україні та отриманих різними способами копчення, визначення вмісту контамінантів і виявлення причин, що впливають на їхню варіабельність у цих продуктах.

Метою нашої роботи було вивчення потенційної мутагенної дії неорганічної фракції зразків ковбасних виробів з використанням найбільш поширеної методики Еймса на тест-організмах *Salmonella typhimurium* ТА 98 (виявляє мутагени, які індукують мутації зсуву рамки зчитування генетичного коду) і ТА 100 (виявляє мутагени, які індукують мутації заміни пар нуклеотидних основ).

Матеріали і методи. Зразки ковбас були приготовлені з таких видів сирокопчених ковбасних виробів:

1. «Зерниста» (СК 11-3). Довжина батона – 25 см; чорно-коричневого кольору, однорідний, щільний,

на зрізі червоного кольору з великими вкрапленнями шпику, із запахом копченостей. Неорганічна фракція – темно-коричневі кристали із різким запахом гару; у ДМСО утворює розчин темно-коричневого кольору.

2. «Брауншвейгська» (СК 12-Б). Довжина батона – 22 см; червоно-коричневого кольору, однорідний, щільний, на зрізі червоного кольору з вкрапленнями шпику, із запахом ковбаси. Неорганічна фракція – буро-чорні кристали з різким запахом ковбаси; у ДМСО утворює розчин чорно-коричневого кольору.

3. «Пікантна» (СК 13-П). Довжина батона – 25 см; коричневого кольору, однорідний, щільний, на зрізі коричневого кольору з вкрапленнями шпику, із запахом ковбаси. Неорганічна фракція – світло-коричневі кристали з нерізким запахом ковбаси; у ДМСО утворює розчин жовто-коричневого кольору.

4. «Різдва» (СК 14-Р). Довжина батона – 25 см; темно-коричневого кольору, нерівна поверхня за рахунок шпику, щільний, на зрізі коричневого кольору із великими вкрапленнями шпику із запахом ковбаси. Неорганічна фракція – світло-коричневі кристали із запахом ковбаси; у ДМСО утворює розчин світло-коричневого кольору.

5. «Московська» (СК 15-М). Довжина батона – 25 см; червоно-коричневого кольору, нерівна поверхня за рахунок шпику, щільний, на зрізі червоного кольору з вкрапленнями шпику, із запахом в'яленого м'яса. Неорганічна фракція – чорно-коричневі дрібнозернисті кристали з різким запахом гару; у ДМСО утворює розчин темно-коричневого кольору.

Отримання екстрактів. Ковбасні вироби – складні гетерогенні системи, які включають, окрім природних компонентів, контамінанти та речовини, що вносяться із технологічними цілями.

У нашій роботі ми застосували таку схему екстракції. На першому етапі за загальними рекомендаціями [1,17] наважку ковбаси гомогенізували і поміщали в апарат Сокслета. Екстракцію проводили 96%-ним етиловим спиртом при нагріванні. Час екстракції визначали за зміною забарвлення розчину спирту, який у середньому становив чотири години.

На другому етапі екстракт охолоджували, при цьому осаджувався шар жиру. Для відокремлення жиру від екстракту, останній декантували. Після розділення спиртовий розчин упарювали у вакуумі водоструминного насоса на роторному випарнику.

Третій етап – розчинення сухого залишку у мінімальному об'ємі ізопропілового спирту і його кип'ятіння протягом 1,5-2 годин. Після охолодження спиртового розчину у вигляді осаду випадає неорганічна частина екстракту, яку відфільтровували і промивали 2 рази ізопропіловим спиртом.

На останньому етапі неорганічну фракцію висушували і зберігали у темному скляному посуді при температурі (+2-4) °С. Сухий залишок розчиняли у диметилсульфоксиді (ДМСО) [7]. Досліджували зразки, розведені у співвідношеннях – 1:0; 1:1; 1:4; 1:9; 1:14.

Експериментальні дослідження потенційної генетичної дії екстрактів здійснювали згідно з Методичними рекомендаціями [3,4,8,10,11,13]. Оцінку потенційної генетичної активності зразків, що досліджувались – згідно [9].

Відбір, підготовку проб і атомно-абсорбційний аналіз для визначення вмісту важких металів у зразках ковбасних виробів проводили з використанням рекомендацій нормативно-технічної документації (ГОСТ 9792-73, ГОСТ 30178-96).

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментальні дані з потенційної сумарної мутагенної дії зразків неорганічної фракції ковбас представлені на рисунках 1,2. Хімічний аналіз всіх зразків на наявність в них гістидину показав негативний результат (аналіз був проведений для виключення можливості збільшення кількості ревертантних колоній за рахунок вивільнення амінокислоти гістидину у процесі приготування зразків).

Мутагенність зразків обумовлена, в основному, вмістом у ковбасах важких металів, таких, як Ni, Cd, Cu, Fe(II) і Zn, концентрація яких або перевищувала ГДК (Ni, Cd), або була майже на рівні ГДК. Однак, згідно отриманих нами експериментальних даних, генетична активність фракції була виявлена на обох тест-штамах *S. typhimurium* як у відсутності системи метаболічної активації (варіант дослідів МС-), так і у її присутності (варіант дослідів МС+), що свідчить про наявність у досліджуваних зразках, крім перелічених нами важких металів, хімічних сполук, ідентифікація яких утруднена, але специфічна біологічна дія їх (у нашому випадку – мутагенна) виявляється в умовах експерименту. Тому, на нашу думку, біологічні тести для встановлення генетичної активності складних сумішей (в даному випадку – екстрактів ковбасних виробів) можуть успішно замінити громіздкі і коштовні фізико-хімічні дослідження. Ця ідея вперше була оприлюднена в роботах [3,4,9].

Із п'яти досліджуваних зразків на тест-штамі *S. typhimurium* TA 98 (рис. 1) генетична активність була виявлена у всіх, причому більш виражені ефекти спостерігали у варіантах дослідів без метаболічної активації (перевищення контрольних значень ($\bar{X}_d/\bar{X}_k$)) – спонтанного фону мутування тест-штамів – складало 3,8; 9,6; 9,1; 8,0 і 9,0 відповідно для зразків СК 11-3, СК 12-Б, СК 13-П, СК 14-Р 3 і СК 15-М),

що можна пояснити доволі високим (перевищення ГДК в 1,5-5 разів) вмістом в них таких важких металів, як Ni і Cd.

Однією з важливих переваг застосування методики Еймса для генетичних досліджень є можливість виявляти не тільки потенційну мутагенну й канцерогенну активність індивідуальних забруднень довкілля і їхніх сумішей, а й можливу бактерицидну і бактериостатичну їхню дію. Як показали наші дослідження, незрозумілі і деякі розведені двічі зразки ковбасних виробів виявилися токсичними для тест-штамів, тобто, вірогідно зразки, що досліджуються, містять хімічні речовини, які володіють також і бактерицидним ефектом. Таким чином, можна припустити, що: а) мутагенний ефект екранується токсичністю зразка; б) мутагенність зразка може бути більш сильною. Наявність мутагенної активності зразків, розведених у 5 і більше разів, а також ступінь прояву ефектів і залежність ефектів від кратності розведення свідчать про дійсний їхній потужний мутагенний потенціал.

Рис. 1 Потенційна генетична активність неорганічної фракції зразків ковбасних виробів, ТА98

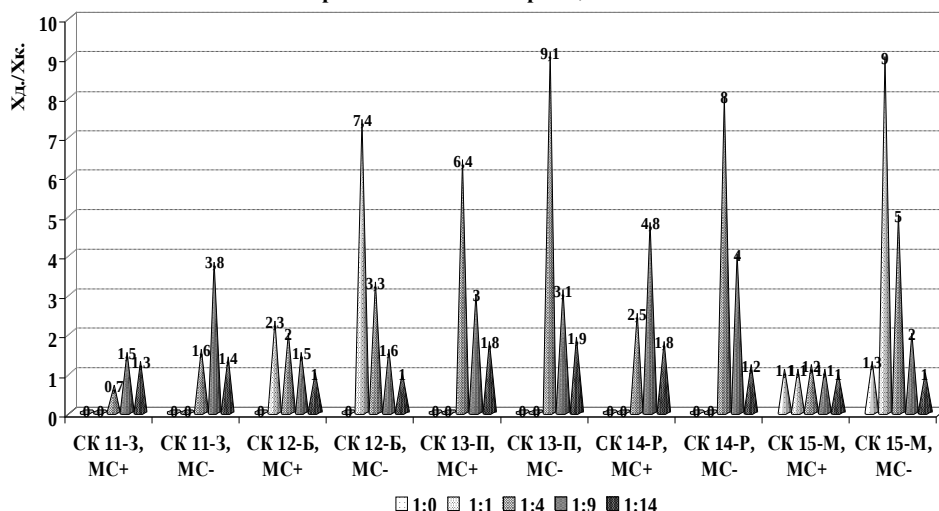
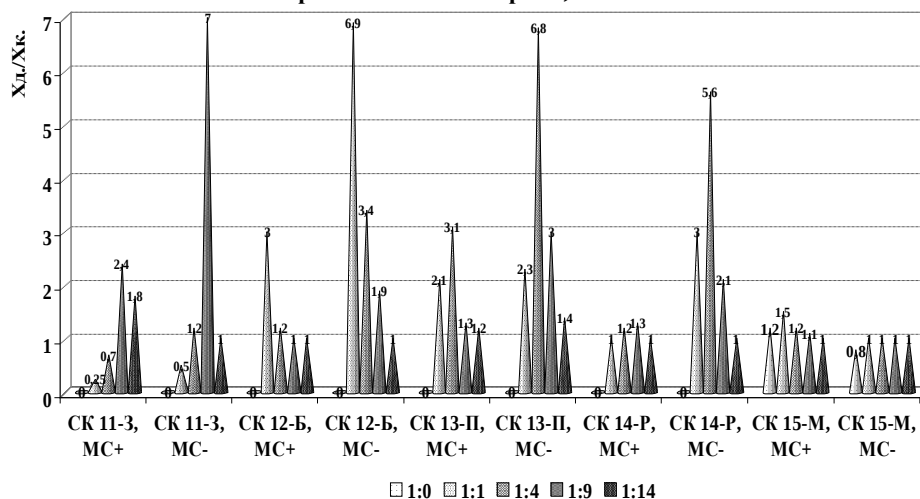


Рис. 2 Потенційна генетична активність неорганічної фракції зразків ковбасних виробів, ТА 100



Таким чином, виходячи з представлених експериментальних даних щодо потенційної генетичної дії неорганічної фракції зразків ковбасних виробів відносно тест-штаму *S. typhimurium* ТА 98, можна зробити попередній висновок, що всі перелічені види ковбас містять хімічні речовини, здатні індукувати генні мутації за типом зсуву рамки зчитування генетичного коду.

Ефекти досліджуваних зразків на тест-штамі *S. typhimurium* ТА 100 (рис. 2) виявилися аналогічними ефектам на ТА 98 з незначними розбіжностями: зразки СК 15-М були інертними відносно ТА 100, тоді як на ТА 98 у варіантах без активації спостерігали залежний від кратності розведення ефект. Більшу активність виявили зразки ковбаси СК 11-3 на тест-штамі ТА 100 в обох варіантах дослідження. Токсичними

для тест-організмів були тільки нерозведені зразки. Таким чином зрозуміло, що у зразках ковбас, що досліджувались, містяться хімічні речовини, здатні індукувати генні мутації за типом заміни пар нуклеотидних основ, і речовини з бактеріцидною дією.

Висновки

Результати наших досліджень потенційної мутагенної дії неорганічної фракції сирокочених ковбас показали:

1. Мутагенну дію неорганічної фракції на тест-організми, зумовлену, здебільшого, вмістом важких металів, особливо Cd та Ni;
2. Присутність у неорганічній фракції неідентифікованих сполук, які є непрямими мутагенами, оскільки для проявлення свого ефекту потребують системи метаболічної активації;
3. Присутність хімічних сполук, що входять до складу досліджуваної фракції і викликають генні мутації за типом заміни пар нуклеотидних основ і зсуву рамки читування генетичного коду;
4. Присутність хімічних сполук неорганічної фракції, які проявляють бактеріцидний ефект, який може екранувати їхню більш потужну генотоксичну дію.

Література

1. Берлин А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии. – М.: Гос. науч.-технич. изд-во хим. лит-ры, 1952. – 297 с.
2. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. – СПб.: „Ut”, 1996. – 240 с.
3. Методические рекомендации по экспериментальной оценке суммарной мутагенной активности загрязнений воздуха и воды. – Москва, 1990. – 25 с.
4. Dugan A.M. Salmonella typhimurium as a test-system for detecting mutagenic activity of environmental pollutants//Cytologia i Genetica. – 1994. – Vol. 28, N3. – P. 32-35.
5. Мезенова О. Я., Ким Н. И. Технология, экология и оценка качества копченых продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 488 с.
6. Методические рекомендации по применению теста Эймса Salmonella/микросомы: МЗ СССР. – М., 1983. – 27 с.
7. Методические указания по экспериментальной оценке суммарной мутагенной активности загрязнений воздуха и воды / В. В. Соколовский, В. С. Журков, Ю. А. Рахманин, А. М. Дуган. – М.: [s.n.], 1990. – 26 с.
8. Перкель Т. П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: Учебное пособие/ Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
9. Фонштейн Л.М., Калинина Л.М., Полухина Г.Н. и др. Тест-система оценки мутагенной активности загрязнителей среды на Salmonella (Методические указания). – М., 1977. – 52 с.
10. Ames B. N., Durston W. E. Yamasaki E. et al. Carcinogens are mutagens: a simple test system combining liver homogenates for activation and bacteria for detection // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. - 1973. - Vol.70. - P. 2281-2285.
11. Ames B.N., McCann Y., Yamasaki E. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalian-microsome test// Mutat. Res. – 1975 – Vol. 31. – P. 347 – 364.
12. Asita A.O., Matsui M., Nohmi T. et al. Mutagenicity of wood smoke condensates in the Salmonella/microsome assay // Mutat. Res. – 1991. - Vol. 264, № 1. –P. 7-14.
13. Belser W. L. Yr., Shaffer S. D., Bliss R. D. et al. // A standardized procedure for quantification of the Ames salmonella/mammalian microsome mutagenicity test. –Environm. Mutagen. – 1981. – Vol. 3. – P. 123 – 139.
14. Goldman R., Shields P. G. Food mutagens // J. Nutr. Suppl. – 2003. – Vol. 133. – P. 965S –973S.
15. Gomaa E.A., Gray J.I., Rabie S. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food products and commercial liquid smoke flavourings // Food. Addit. Contam. – 1993. – Vol. 10, № 5. – P. 503-521.
16. Jägerstad M., Skog K. Genotoxicity of heat-processed foods // Mutat. Res. – 2005. – Vol. 574. – P. 156–172
17. Nollet L. M. L. Handbook of food analysis. – N.-Y.: CRC Press, 2004. – 860 p.
18. Putnam K. P., Bombick D. W., Avalos J. T. and Doolittle D. J. Comparison of the cytotoxic and mutagenic potential of liquid smoke food flavourings, cigarette smoke condensate and wood smoke condensate // Food Chem. Toxicol. – 1999. – Vol. 37, № 11. – P. 1113-1118.

УДК 637.5

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА ПТИЦІ

Левчук Н.І., канд. екон. наук, доцент

Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України», Київ

*Акцентовано увагу на аспектах виробництва м'яса птиці в Україні.**The attention is focused on aspects of manufacture of fowl in Ukraine.*

Ключові слова: виробництво, інвестиції, ринок, м'ясо птиці.

Рацион харчування українця незбалансований за видами продуктів. Споживання деяких продуктів харчування, як хліба, картоплі, цукру фактично перевищує науково-обґрунтовані норми. Нижче рекомендованої норми знаходиться споживання м'яса та м'ясопродуктів, молока та молочних продуктів, овочів, баштанних, фруктів та ягід. Близькі до норми показники споживання риби, рибопродуктів та олії. За цих умов особливого значення набуває зростання задоволення фізіологічних потреб людини споживати якісну агропродовольчу продукцію.

Хоча споживання деяких продуктів значно нижче за норми споживання, в останні роки спостерігається щорічне зростання їх споживання [1]. Найбільше занепокоєння викликає споживання населенням України м'яса та м'ясопродуктів, яке у 2007 р. становило 5,1 кг на одну особу в місяць проти 4,7 кг у 2006 р. за рекомендованої норми споживання близько 6,7 кг на місяць.

В умовах переходу до ринкових відносин тваринництво України, як і вся м'ясна галузь опинилось на межі виживання. Це вплинуло на різке скорочення поголів'я худоби, зменшення виробництва м'яса і м'ясопродуктів, старіння матеріально-технічної бази, порушення інфраструктури і ринків збуту м'яса, посилення конкуренції з боку іноземного виробництва м'яса і м'ясопродуктів тощо.

Дефіцит м'яса в 2005 р. за експертними оцінками становив більше 500 тис. тонн. При цьому кардинально змінилась і структура вирощування худоби та птиці, нині більша частина вирощується у господарствах населення.

Криза в тваринництві негативно вплинула на роботу підприємств м'ясної промисловості. Більшість великих підприємств зупинили своє виробництво, частина завантажена на 15-40 % від виробничих потужностей. В той же час існує близько 2,5 тис. малих цехів, продукція яких не завжди відповідає технічним нормам. У структурі світового виробництва всіх видів м'яса, м'ясо птиці займає друге місце (приблизно 29 %), на першому місці – свинина (39 %), далі йде яловичина, баранина та інші види м'яса.

Поряд з іншими причинами, дефіцит кормів, зростання цін привели до зростання собівартості виробництва продукції тваринництва і зниження рентабельності виробництва худоби, і як наслідок – скорочення поголів'я худоби [2]. У 2000 р. показники рентабельності в цілому по Україні становили приблизно 44-42 % щодо вирощування ВРХ та свиней і – 33,2 % в птахівництві. У 1990 р. відповідно +20,6 %, +20,7 % і +17 %.

В таблиці 1 подаємо відомості рентабельності сільськогосподарського виробництва м'яса протягом 1990-2008 рр. Як бачимо з (табл. 1) за останні роки рентабельність виробництва м'яса ВРХ, свиней, овець та кіз має показник зі знаком мінус. Лише рентабельність з виробництва м'яса птиці в 2003, 2004, 2005, 2006 р. має знак плюс.

Таблиця 1 – Рентабельність сільськогосподарського виробництва *, %

	продукція тваринництва**	м'ясо великої рогатої худоби	м'ясо свиней	м'ясо овець та кіз	м'ясо птиці
1990	22,2	20,6	20,7	2,3	17,0
2000	-33,8	-42,3	-44,3	-46,4	-33,2
2001	-6,6	-21,4	-7,2	-24,9	-1,7
2002	-19,8	-40,5	-16,9	-26,7	-1,1
2003	-18,8	-44,3	-33,0	-37,8	11,0
2004	-11,3	-33,8	-14,4	-44,3	3,8
2005	5,0	-25,0	14,9	-32,1	24,9
2006	-11,0	-38,4	-9,2	-34,3	12,1
2007	-13,4	-41,0	-27,6	-46,4	-19,0
2008	0,1	-24,1	0,3	-38,6	-11,3

*(Тут і далі) За даними Державного комітету статистики України

**Реалізація худоби та птиці на м'ясо без урахування їх передачі на переробку на власних виробничих потужностях.

Поголів'я ВРХ на 1 січня 2009 р. становить 5079 тис. голів проти 5490,9 у 2008 р., поголів'я свиней відповідно 6526 проти 7019,9, овець та кіз – 1726,9 проти 1678,6. Поголів'я птиці щорічно зростає починаючи з 2001 року [3]. Станом на 1 січня цього року поголів'я птиці налічує 177 млн. голів. Враховуючи щорічне зменшення поголів'я ВРХ та свиней, а поголів'я птиці має тенденцію до щорічного зростання, то перспектива отримання населенням м'ясної продукції належить виробництву м'яса птиці.

Привертає увагу те, що незважаючи на фінансову кризу, яку переживають всі галузі, птахівництво – одна із небагатьох галузей, яка стабільно себе почуває і криза майже не торкається цієї галузі, на відмінну від інших. Незважаючи на всі труднощі під час фінансової кризи, галузь зуміла не лише зберегти поголів'я птиці, але й збільшити його з 169 млн. голів станом на 1 січня 2008 р. за рік на 8,3 млн. голів. Щорічний приріст поголів'я у попередні роки не перевищував 4,5 млн. голів.

Як видно із таблиці 2, останнім часом зростає виробництво м'яса птиці. Це обумовлено:

- невеликою тривалістю періоду вирощування птиці;
- швидкою окупністю вкладених інвестицій;
- скороченням пропозиції інших видів м'яса (яловичини, свинини);
- відновленням та створенням великих птахофабрик та птахокомплексів;
- зміною переваг споживачів на користь дієтичного м'яса птиці;
- зростанням попиту підприємств харчової промисловості.

Таблиця 2 – Виробництво м'яса та м'ясопродуктів в Україні у 2008-2009 рр.

тис. т	Рік	Місяці											
		сі- чень	лю- тий	бере- зень	кві- тень	тра- вень	чер- вень	ли- пень	сер- пень	вере- сень	жов- тень	лис- топад	гру- день
Яловичина і телятина, свіжі (парні) чи охолоджені	2008	8,2	9,1	8,9	10,3	9,6	8,8	10,0	9,4	11,1	10,4	9,4	7,6
	2009	5,0	5,0	5,6	6,3	6,6							
Яловичина і телятина, морожені	2008	3,5	4,2	4,7	4,6	3,9	3,0	2,2	1,8	2,6	2,7	2,4	1,7
	2009	0,8	1,1	1,5	2,5	2,4							
Свинина свіжа (парна) чи охолоджена	2008	12,8	13,0	11,8	12,3	10,7	9,9	9,2	8,4	8,9	9,8	8,0	11,4
	2009	7,1	7,0	7,5	8,2	6,5							
Свинина морожена	2008	1,3	1,3	1,0	1,1	1,0	1,0	0,7	1,1	1,6	1,4	0,8	0,9
	2009	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4							
М'ясо і субпродукти харчові свіжійської птиці, свіжі чи охолоджені	2008	44,6	42,4	45,7	49,6	47,0	44,1	45,4	44,1	47,3	48,6	50,5	55,9
	2009	48,7	46,4	49,5	48,9	50,1							
М'ясо і субпродукти харчові свіжійської птиці, морожені	2008	6,6	5,3	5,1	5,5	5,3	5,2	6,1	5,3	6,3	7,3	7,0	6,0
	2009	6,2	5,7	7,9	5,5	6,4							
Вироби ковбасні	2008	24,3	25,5	25,3	27,0	26,0	28,1	29,5	28,8	29,6	28,0	24,0	26,2
	2009	20,6	19,9	20,7	22,1	21,0							

Основними факторами розвитку птахівництва в Україні є значні інвестиції [4]. Поряд з цим розвитку галузі сприяють технічне переоснащення й розширення виробничих потужностей птахівничих підприємств, сучасний менеджмент, державна підтримка, якісне поліпшення племінних ресурсів. Все це повинно здійснюватись шляхом запровадження спеціальних режимів оподаткування, введенням фіксованого податку, здійсненням фінансової підтримки підприємств через здешевлення коротко- і довгострокових кредитів [5].

Таблиця 3 – Експорт-імпорт курей та м'яса птиці у 2008 р.

Найменування	Експорт		Імпорт	
	кількість, тонн	вартість, тис.\$	кількість, тонн	вартість, тис.\$
Кури свійські	11,297	266,8	2439,419	48238,8
країни СНД	11,297	266,8	1,132	92,7
інші країни світу	–	–	2438,287	48146,1
М'ясо та істівні субпродукти свійської птиці	8366,066	11084,5	256084,854	346094,5
країни СНД	5166,644	9620,8	527,098	1206,8
інші країни світу	3199,422	1463,7	255557,756	344887,7
Європа	2,140	16,6	89837,996	94542,8
Азія	3009,814	1371,5	–	–
Африка	132620,0	52,7	–	–
Америка	54,757	22,4	165719,758	250344,9
Австралія і Океанія	0,090	0,5	–	–

На ринок м'яса птиці також має вплив експорт та імпорт продукції (табл. 3). Якщо кури у 2008 р. експортовано тільки до країн СНД (Вірменії, Молдови та Російської Федерації), то імпортовано в основному з Європи (Данії, Іспанії, Литви, Нідерландів, Німеччини, Польщі, Словаччини, Угорщини, Франції, Чеської Республіки) та Америки (2,2 т на суму 238 тис. \$). М'ясо птиці у 2008 р. експортовано до країн СНД (Азербайджану, Вірменії, Грузії, Казахстану, Молдови, Російської Федерації), та експортовано до країн СНД (Білорусі, Казахстану, Російської Федерації).

Висновки

Технологічний процес вирощування птиці вимагає значних інноваційних вкладень, використання новітніх технологій для утримання конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Сьогоднішнє птахівництво – це потужні вертикально інтегровані агрохолдинги, оснащені найсучаснішою технікою та обладнанням, на яких успішно використовується європейський менеджмент організації виробництва. Більшість птахофабрик мають зарубіжних партнерів, співпрацюють зі світовими фінансовими установами. Незважаючи на фінансову кризу, виробництво м'яса птиці залишається стабільною галуззю порівняно з іншими галузями. Одним з вирішальних факторів на користь цієї галузі стає швидкий період вирощування птиці (за 45 днів з курчати виростає курка), на противагу вирощування корів (близько трьох років).

Результати дослідження показали, що нині птахівництво – одна із галузей, яка здатна у найближчі роки корінним чином поліпшити забезпечення населення високоякісними біологічно повноцінними продуктами харчування та зміцнити продовольчу безпеку держави.

Література

1. Левчук Н.І., Левчук О.М., Романовська Т.І. Український ринок мяса птиці // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2006. – №18. – С. 110–112.
2. Ярошенко Ф.О. Птахівництво України: стан, проблеми і перспективи розвитку. – К.: Аграрна наука, 2003. – 500 с.
3. Копитець Н.Г. Ринок м'яса птиці // М'ясний бізнес. – 2008. – №4. – С. 100–107.
4. Дацій О.І. Розвиток інновацій у птахівництві // Економіка АПК. – 2004. – №1. – С. 89–93.
5. Щетиніна І.О., Д'яченко В.І. Значення інноваційного розвитку для птахівництва. Сучасний стан виробництва м'яса птиці в Україні та перспективи розвитку // Птахівництво. – 2008. – Вип.61.
6. Шлях доступу www.avian.org.ua/data/statti/poultry/61/index.files/35.pdf

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА НЕФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Дідух Н.А., докт. техн. наук, доцент, Дідух Г.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведена технологічна схема виробництва неферментованих молочних напоїв для геродієтичного харчування.

In work the technological scheme for the producing no-fermented milk products of gerodietetic nutrition is proved.

Ключові слова: геродієтетика, інновація, технологія, біфідобактерії, пробіотичні властивості.

Сьогодні актуальність розвитку геродієтики – науки про харчування людей похилого віку – в Україні диктується соціально-економічним статусом літньої людини й демографічною ситуацією, яка обумовлена глобальним і прогресивним старінням населення в усьому світі взагалі й в Україні, зокрема. В економічно розвинених країнах світу число людей у віці 60 років і більше сягає 20...25 %. В Україні до 2050 року збільшення числа людей старше 60 років очікується до 38,1 %. Це більше, ніж третина населення, отже, кожна третя людина потребує сьогодні і потребуватиме надалі обслуговування, лікування, профілактики різних вікозалежних патологій, у тому числі й організації раціонального харчування [1, 2].

Аналіз літературних даних та патентний пошук свідчать про відсутність в Україні розробок технологій неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення, збагачених пробіотиками, з тривалим терміном зберігання. Тому метою даної роботи стала розробка інноваційної технології неферментованих молочних геро-напоїв з використанням активізованих культур біфідобактерій.

За сировину для неферментованих геро-напоїв рекомендовано: незбиране молоко, вторинну молочну сировину (маслянку, знежирене молоко та підсирну сироватку), вершки з масовою часткою жиру 50 %, соєву та оливкову рафіновані та дезодоровані олії, вітаміни С, Е, БАД „Селен Активний” і синбіотичний комплекс, до складу якого включено сироп лактулози та активізовані змішані культури *Bifidobacterium bifidum* + *Bifidobacterium longum* + *Bifidobacterium adolescentis*.

В основі розрахунку рецептур неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення лежать результати математичного моделювання складу продуктів та проведених експериментальних досліджень, які дали можливість визначити раціональні співвідношення між молочними сировинними компонентами для отримання молочної основи з повноцінним білком; необхідну кількість рослинних олій, які слід внести до молочної основи у ході технологічного процесу виробництва для забезпечення збалансованого жирнокислотного складу у продуктах; раціональні концентрації вітамінів С, Е та БАД „Селен Активний” для підвищення антиоксидантних властивостей напоїв; оптимальну кількість сиропу лактулози і змішаних культур *Bifidobacterium* для нормалізації кишкової мікрофлори у людей похилого віку, а також раціональну концентрацію фруктози для стимулювання розвитку біфідофлори у молоці [2-6].

Основою для виробництва неферментованих молочних геро-напоїв є маслянка, отримана при виробництві солодковершкового масла. Розроблені молочні геро-напої можуть вироблятися також на основі суміші із вторинної молочної сировини (маслянки, знежиреного молока та підсирної сироватки) з незбираним молоком, а також із використанням сухих молочних компонентів (сухої маслянки, сухого знежиреного молока та сухої підсирної сироватки), що робить можливим виробництво даної категорії продукції на будь-якому молокопереробному підприємстві [2].

Технологічна схема виробництва неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення наведена на рис. 1. В її основу покладено технологічні схеми виробництва біо-молока та питних молочних напоїв геродієтичного призначення [7, 8]. Інноваційність розробленої технології полягає у збагаченні пастеризованої охолодженої молочної суміші змішаними культурами *Bifidobacterium bifidum* + *Bifidobacterium longum* + *Bifidobacterium adolescentis*, попередньо активізованими у стерилізованому знежиреному молоці. Даний технологічний прийом забезпечує отримання неферментованих молочних геро-напоїв з високою концентрацією життєздатних клітин *Bifidobacterium* (не менше $1 \cdot 10^8$ КУО/см³), що забезпечує пробіотичний вплив на організм людей літнього та старечого віку при їх вживанні. Розроблений спосіб виробництва неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення захищений патентом України на корисну модель [9].

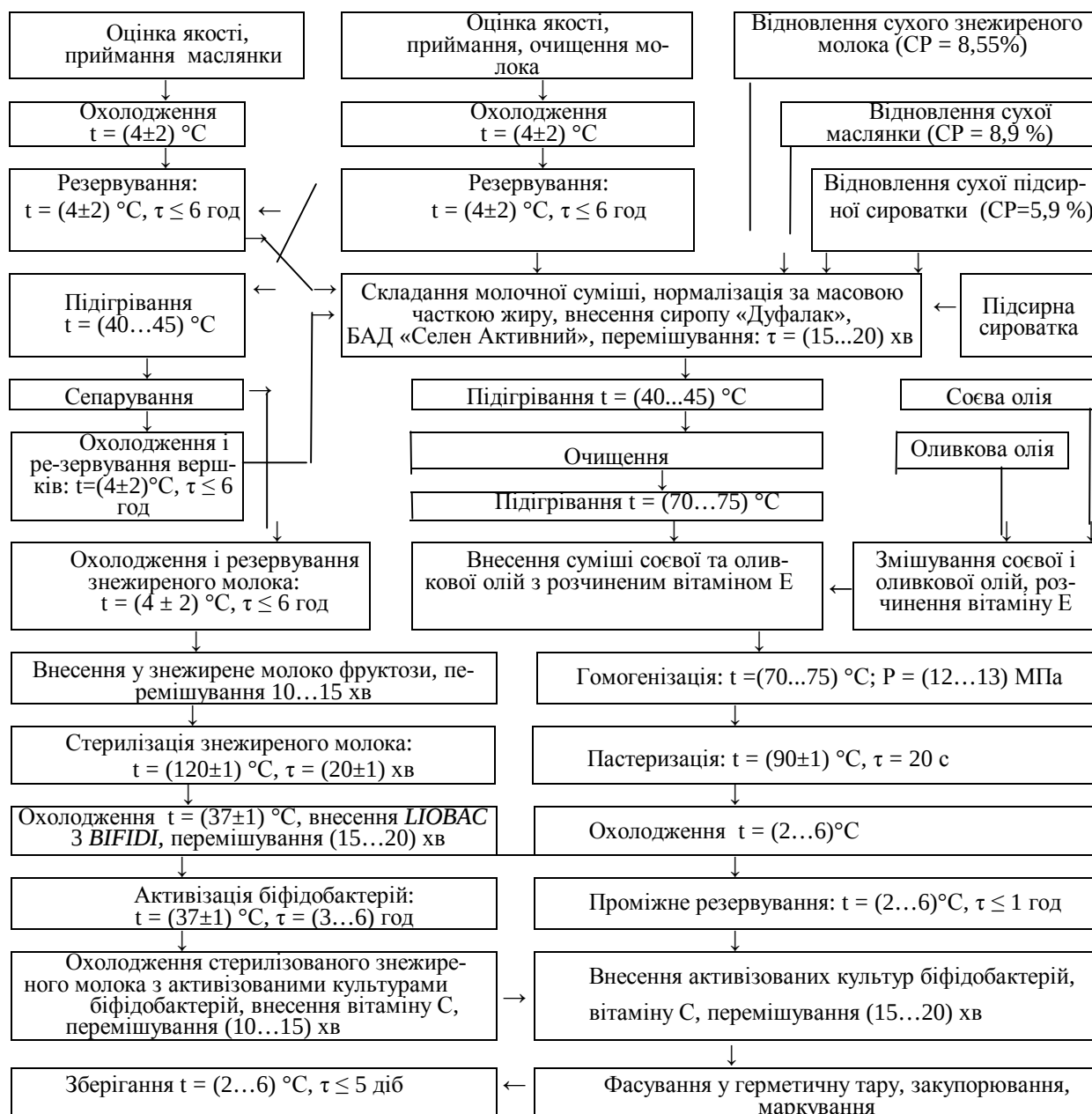


Рис. 1 – Технологічна схема виробництва неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення

При виробництві напоїв на основі рідкої молочної сировини прийнята за якістю та кількістю сировина охолоджується і резервується; тривалість її резервування при температурі $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ не повинна перевищувати 6 год для збереження якісних показників. Для складання молочної основи у відповідності з вибраною рецептурою здійснюють змішування молочних компонентів у заданих співвідношеннях у резервуарах для нормалізації. Отриману суміш нормалізують за вмістом молочного жиру шляхом змішування її із вершками 50 %-вої жирності. Наступною операцією є внесення лактулози (у вигляді 67 %-вого сиропу «Дуфалак») та БАД „Селен Активний” з наступним перемішуванням протягом 15...20 хв. Суміш після перемішування підігрівають до $40...45^\circ\text{C}$ і направляють на очищення до сепаратора-молокоочищувача, після чого знову підігрівають до температури $70...75^\circ\text{C}$ і подають на гомогенізацію. На трубопроводі, по якому суміш подається до гомогенізатора, монтується інжектор, через який у неї вноситься суміш олій (соевої та оливкової) з розчином у ній вітаміном Е. Нормалізована збагачена суміш гомогенізується при температурі $70...75^\circ\text{C}$ та тиску 12...13 МПа. Гомогенізовану суміш пастеризу-

ють при температурі $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ з витримкою 20 секунд; швидко охолоджують до $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ і подають на короткочасне зберігання до асептичного резервуару.

Паралельно з приготуванням та обробкою збагаченої суміші здійснюють активізацію біфідобактерій. Для цього до знежиреного молока, отриманого при сепаруванні частини незбираного молока вносять фруктозу у кількості 0,1 % від маси знежиреного молока, перемішують, отриману суміш стерилізують при температурі $(120 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 20 хвилин, охолоджують до $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ і подають до асептичного резервуару, куди при постійному перемішуванні вносять змішані культури *Bifidobacterium bifidum* + *Bifidobacterium longum* + *Bifidobacterium adolescentis* у кількості $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ заквашуваної суміші. Культивування біфідофлори у стерилізованому молоці триває протягом $(4,5 \pm 0,5)$ год. при зазначеній температурі. За цей час кількість життєздатних клітин *Bifidobacterium* збільшується у 100 раз і складає не менше $1 \cdot 10^8$ КУО/см³ (титрована кислотність молока при цьому не перевищує 20°T , що дозволяє вносити її у неферментовані молочні напої). Після культивування біфідофлори збагачене нею стерилізоване молоко охолоджують до $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, вносять у нього вітамін С, перемішують і подають отриману суміш до асептичного резервуару, в якому зберігається пастеризована охолоджена основа для геродієтичного напою. Кількість стерилізованого молока з активізованими культурами біфідобактерій складає 10 % від загальної маси напою, що забезпечує концентрацію життєздатних клітин *Bifidobacterium* у продукті після змішування не менше $1 \cdot 10^7$ КУО/см³. Після змішування компонентів продукт перемішують протягом 15...20 хв. і подають на фасування до герметичної тари. Розфасований продукт упаковують, маркують і направляють до холодильної камери, де він зберігається при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$.

У процесі зберігання напою протягом перших 3 діб продовжується наростання біомаси біфідобактерій, внаслідок чого на 3-ю добу зберігання їх кількість складає $(2,5...4,0) \cdot 10^8$ КУО/см³, титрована кислотність продукту при цьому підвищується до $18...19^\circ\text{T}$. Протягом наступних двох діб зберігання кількість життєздатних клітин біфідобактерій у напоях залишається сталою, але титрована кислотність підвищується до $20...21^\circ\text{T}$. Після п'яти діб зберігання напоїв біфідобактерії починають відмирати, що сприяє збільшенню кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів і приводить до подальшого підвищення кислотності до $22...24^\circ\text{T}$, що недопустимо для неферментованих молочних напоїв. Тому тривалість зберігання розроблених неферментованих напоїв геродієтичного призначення не повинна перевищувати 5 діб з моменту закінчення виробничого процесу, в тому числі на підприємстві – не більше 1 доби.

При виробництві неферментованих молочних геро-напоїв на основі сухих молочних компонентів проводять їх відновлення до вмісту сухих речовин: у відновленій маслянці – 8,90 %, у відновленому сухому знежиреному молоці – 8,55 %, у відновленій підсирній сироватці – 5,90 %; змішують відновлені компоненти з необхідною кількістю незбираного молока у відповідності з рецептурою і направляють на нормалізацію (перед подачею відновлених молочних компонентів на нормалізацію їх обов'язково фільтрують). Нормалізована відновлена молочна суміш проходить ті ж операції, що і молочна суміш із рідких компонентів. При необхідності для виробництва молочних геро-напоїв можуть використовуватись рідкі та сухі молочні компоненти (у відповідності з можливостями підприємства). Такий підхід дозволяє рекомендувати розроблені неферментовані молочні напої геродієтичного призначення для виробництва будь-якому молокопереробному підприємству.

Висновок. Розроблена технологія виробництва неферментованих молочних напоїв геродієтичного призначення є інноваційною, оскільки забезпечує високу концентрацію життєздатних клітин *Bifidobacterium* у продуктах, і може бути реалізована на будь-якому підприємстві молочної галузі.

Література

1. Сучасний стан проблеми геродієтики в Україні / Ю.Г. Григоров, С.Г. Козловська, Т.М. Семесько Л.Л. Синьок // Вісник АМН України. – 2005. – № 3. – С. 77–89.
2. Дідух Г.В. / Використання вторинної молочної сировини у виробництві геродієтичних молочних продуктів // Г.В. Дідух, Н.А. Дідух // Молочное дело. – № 1. – 2006. – С. 16–19.
3. Дідух Н.А. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів / Н.А. Дідух, А.В. Зайцева // Молочна пром-сть. – № 9(34). – 2006. – С. 23–27.
4. Дідух Н.А. Антиоксидантний комплекс для ферментованих молочних напів геродієтичного призначення // Молочна пром-сть. – № 7. – 2007. – С. 38–44.
5. Дідух Н.А. Використання лактулози у виробництві молочних продуктів геродієтичного призначення / Н.А. Дідух, Г.В. Дідух // Молочное дело. – № 10. – 2005. – С. 14–17.
6. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.
7. ТУ У 25027034–008–98. Био-молоко. Введен 01.02.2001 г. – К.: Изд-во стандартів, 2001. – 12 с.

8. Дідух Г.В. Технологія питних молочних напоїв геродієтичного призначення // Г.В. Дідух, Н.А. Дідух // Молочное дело // № 9. – 2006. – С.44–46, № 10. – 2006. – С. 50–53.
9. ПАТ. 36834. Україна, МПК (2008) u 06673. Біфідовмісний геродієтичний молочний напій / Н.А. Дідух, Т.А. Лисогор, С.І. Вікуль. – Бюл. № 21; Заявлено 15.05.2008; Опубл. 10.11.2008. – 12 с. УДК 637.146 : 579.67 : 613.2

СИМБІОТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АЦИДОФІЛЬНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Дідух Н.А., докт. техн. наук, доцент, Могилянська Н.О., канд. техн. наук, асистент,
Власенко О.В., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*В роботі наведено основні етапи розробки складу симбіотичного комплексу з *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium longum* з використанням фруктози як біфідогенного фактора для виробництва ацидофільних молочних продуктів з підвищеними функціональними властивостями.*

*In work necessity is shown and the basic design of composition of a symbiotic complex with *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium longum* with the use of fructose as factor of bifidogenic for the production of functional products acidophilic milk products with the raised functional properties.*

Ключові слова: дисбактеріоз, біфідобактерії, ацидофільні молочні продукти, біфідогенний фактор, симбіотичний комплекс, ферментація, пробіотичні властивості.

У ХХІ столітті в концепції «здорового» харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості. Функціональні продукти одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але й як складний немедикаментозний комплекс, який відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості. Важливою складовою ринку продуктів функціонального призначення є молочні продукти, які в Україні та країнах Європи складають близько 65 % від його загальної ємкості [1, 2]. Понад 80 % ринку молочних продуктів функціонального призначення представлено продуктами з про- та/або пребіотиками, 8 % – продуктами з біологічно активними речовинами, близько 12 % складають інші продукти [2, 3]. Перша група молочних продуктів функціонального призначення найбільш динамічно розвивається і постійно поповнюється новими продуктами, оскільки на дисбактеріоз в Україні, за статистичними даними, хворіє 65...75 % населення (серед дітей – 95 %) [4].

Для профілактики та лікування дисбактеріозів найчастіше використовуються пробіотики – біопрепарати із нормальної мікрофлори кишечника людини. Основними пробіотиками є біфідо- та лактобактерії [5-8]. Біфідобактерій продукують молочну кислоту і ацетат, які забезпечують бактерицидне середовище, декретують речовини-інгібітори росту патогенних бактерій, що підвищують резистентність організму до кишкових інфекцій [5, 7-8]. Лактобацили зменшують активність пероксидази, здійснюють антиоксидантний ефект, мають протипухлинну активність, стимулюють продукцію імуноглобуліну А (IgA), пригнічують ріст патогенної мікрофлори, мають противірусну дію, стійкі до дії антибіотиків [4, 5]. Тому ацидофільні та біфідовмісні кисломолочні продукти посідають особливе місце серед функціональних молочних продуктів завдяки наявності у їх складі життєздатних пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* або *Bifidobacterium* [5-9]. Однак високий рівень кислотності ферментованих ацидофільних продуктів (напоїв – до 120 °Т, білкових продуктів – до 250 °Т) суттєво знижує їх споживчі характеристики, обмежує спектр вживання та термін зберігання. Використання для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів заквасок на основі змішаних культур *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium* дало б можливість отримати продукти з підвищеними функціональними властивостями, невисоким рівнем кислотності та подовженим терміном зберігання.

Тому метою даної роботи стала розробка складу симбіотичного комплексу з використанням монокультур *L. acidophilus* La-5, монокультур *B. longum* BL 03, адаптованих до молока, та фруктози як біфідогенного фактора для виробництва ацидофільних кисломолочних продуктів з підвищеними функціональними властивостями.

Для експериментальних досліджень було складено чотири симбіотичні комплекси: комплекс 1 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 1:1, вихідна концентрація культур у молоці – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³;

комплекс 2 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 1:1, вихідна концентрація культур у молоці – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³; комплекс 3 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 10:1, вихідна концентрація *B. longum* BL 03 у молоці – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, *L. acidophilus* La-5 – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³; комплекс 4 – біфідобактерій та лактобацил 1:10, вихідна концентрація *B. longum* BL 03 у молоці – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³, *L. acidophilus* La-5 – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³.

При виконанні досліджень титровану кислотність зразків визначали титриметричним методом за ГОСТ 3624–92, активну кислотність – потенціометричним методом за ГОСТ 25754–85, температуру – за ГОСТ 25754–85, масову частку жиру – кислотним методом Гербера за ГОСТ 5867–90, умовну в'язкість згустку – за тривалістю витікання 100 см³ згустку з піпетки з вихідним отвором 5 мм, вологостримуючу здатність згустку – методом центрифугування, органолептичні показники – органолептично за ГОСТ 13264–88, кількість бактерій групи кишкових паличок – за ГОСТ 9225–84, кількість лактобацил – за ГОСТ 10444.11–89, кількість біфідобактерій – за методом, який базується на вирощуванні біфідобактерій у тіогліколевому середовищі, розлитому високим стовпчиком у пробірки, без доступу кисню [10].

Експериментальні дослідження проводились у два етапи: на першому етапі досліджували процес ферментації молока складеними симбіотичними комплексами з використанням біфідогенного фактора – фруктози; на другому – процес зберігання ферментованих згустків при температурі (4 ± 2) °С.

Для виключення впливу залишкової мікрофлори на розвиток мікроорганізмів, включених до складу симбіотичних комплексів, дослідження проводили на стерилізованому молоці. У нормалізоване молоко до теплової обробки вносили фруктозу; концентрація фруктози складала 0,1 % від маси молока [11]. Стерилізацію нормалізованого молока здійснювали при температурі 120 ± 1 °С протягом 20 ± 1 хв., після чого охолоджували до температури ферментації – (37 ± 1) °С і вносили монокультури *B. longum* BL 03 та *L. acidophilus* La-5 у вказаних співвідношеннях.

У процесі біотехнологічної обробки чотирьох експериментальних зразків складеними симбіотичними комплексами контролювали зміну титрованої і активної кислотності, умовної в'язкості (рис. 1), а також кількості життєздатних клітин біфідобактерій та лактобацил (рис. 2).

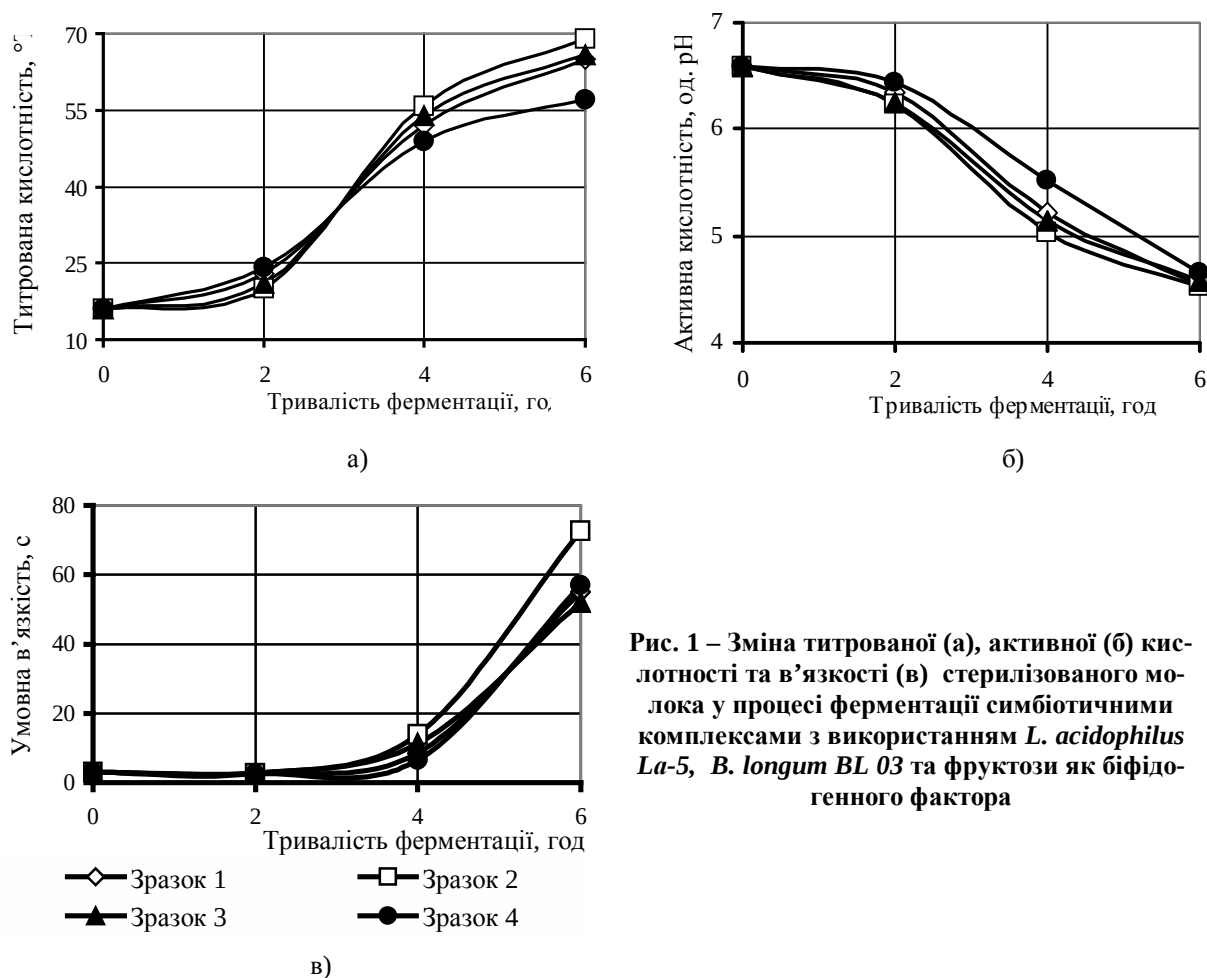


Рис. 1 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності та в'язкості (в) стерилізованого молока у процесі ферментації симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора

Як свідчать дані, наведені на рис. 1, б, при ферментації стерилізованого молока складеними симбіотичними комплексами з використанням фруктози як біфідогенного фактора гелеутворення експериментальних зразків триває 5,5...6,0 годин; ізоелектричний стан білків молока відзначається через 5,5 год для зразків 1, 2, 3 і через 6,0 год для зразка 4. Ізоелектричний стан білків молока досягається під впливом суміші молочної та оцтової кислот, що накопичуються *B. longum* та *L. acidophilus* s при розщепленні цукрів. Титрована кислотність всіх зразків наростає поступово протягом всього процесу ферментації (рис. 1, а) і в кінці сквашування її рівень становить 57...69 °Т.

Рівень в'язкості усіх зразків змінюється приблизно однаково (рис. 1, в): величина умовної в'язкості сквашених зразків 1, 3 та 4 коливається у межах 52...57 с, найвищу в'язкість (72,7 с) має зразок 2.

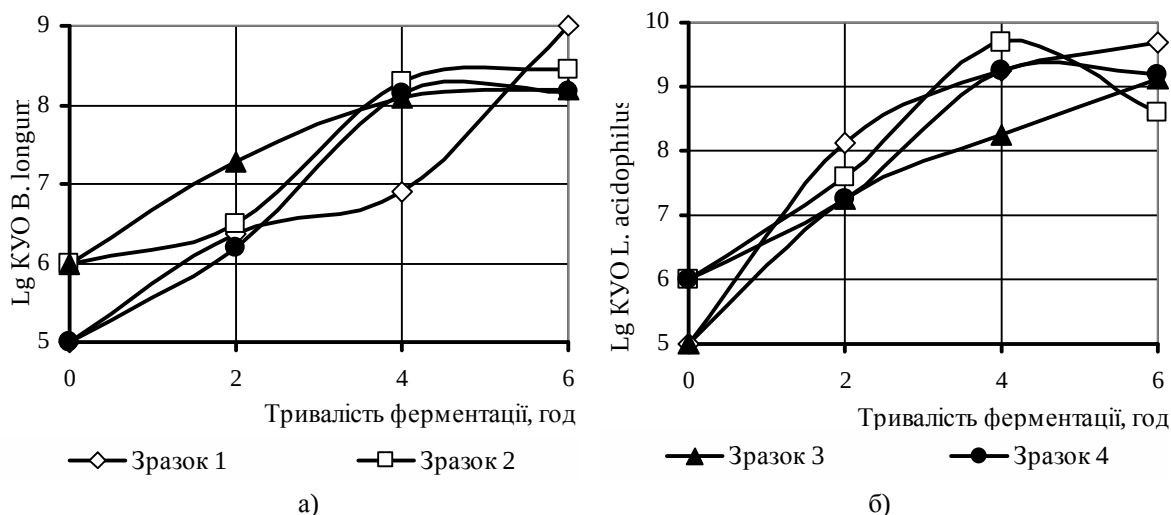


Рис. 2 – Зміна концентрації живих клітин *B. longum* (а) та *L. acidophilus* (б) при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора

Штам та *B. longum* BL 03, використаний у експериментах, є сильним кислотоутворювачем [5, 8], активність його кислотоутворення суттєво підвищується у процесі адаптації до молока [9]. Ріст *B. longum* BL 03 у складі комплексів 2, 3 та 4 з *Lb. acidophilus* La-5 гальмується на останніх двох годинах ферментації; у зразку 1 відзначається стимулювання росту монокультури *B. longum* на 2...6 годинах культивування (рис. 2, а), що пояснюється вищою β-галактозидазною активністю ацидофільних культур у порівнянні з біфідофлорою [6, 8]. Питома швидкість росту монокультур *Lb. acidophilus* у процесі біотехнологічної обробки складає 0,79...1,21 год⁻¹, причому вищі її значення відзначаються для зразка 1 (рис. 2, б); у зразку 2, ферментованому комплексом *Lb. acidophilus* + *B. longum*, через 4 год ферментації відзначається відмирання клітин *Lb. acidophilus*.

Використання складених симбіотичних комплексів дає можливість отримати ферментовані згустки з високими пробіотичними властивостями через 5...6 годин ферментації, оскільки концентрація життєздатних клітин *B. longum* у зразках перевищує $1 \cdot 10^8$ КУО/см³ (рис. 2, а); найвищу кількість життєздатних клітин *B. longum* ($1 \cdot 10^9$ КУО/см³) та *Lb. acidophilus* ($7 \cdot 10^9$ КУО/см³) має зразок 1. Вміст клітин *L. acidophilus* у всіх зразках на 6 годину ферментації перевищував $5 \cdot 10^8$ КУО/см³ (рис. 2, б). При розвитку в молоці у процесі ферментації чисті культури *L. acidophilus* виробляють позаклітинну β-галактозидазу, що гідролізує лактозу молока до моноцукрів – глюкози та галактози, які (поряд з внесеною до молока у процесі нормалізації фруктозою) є поживним середовищем для *B. longum*. В свою чергу, у процесі метаболізму адаптовані до молока монокультури *B. longum* синтезують вільні амінокислоти, які стимулюють ріст та розвиток *L. acidophilus* [6], що сприяє отриманню згустків з високою концентрацією обох використаних у складі симбіотичних комплексів пробіотичних культур.

За рахунок використання *B. longum* у складі симбіотичних комплексів, всі зразки мають м'яку, ніжну, сметаноподібну консистенцію. Згустки мають чистий, свіжий, кисломолочний смак та запах, без сторонніх присмаків та запахів.

Здатність ферментованих функціональних молочних продуктів, збагачених пробіотичними культурами, зберігати показники якості – органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, пробіотичні, при низьких температурах (4±2 °С) протягом тривалого терміну є визначальною для встановлення терміну їх зберігання і раціональних співвідношень між біфідо- та лактокультурами у складі заквашувальних композицій, які дозволяють виробляти ацидофільні продукти з максимально високою концентрацією пробіо-

тичних культур, високими органолептичними, нормованими мікробіологічними та фізико-хімічними показниками, зокрема, невисоким рівнем кислотності, а також подовженим терміном зберігання. Тому другим етапом експериментальних досліджень стало визначення показників якості ферментованих пробіотичних згустків у процесі зберігання за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 21 доби. В процесі зберігання досліджуваних зразків в них визначали титровану та активну кислотність, в'язкість та вологоутримуючу здатність (ВУЗ) – рис. 3, а також кількість життєздатних клітин *B. longum* та *L. acidophilus* в 1 см^3 згустків (рис. 4).

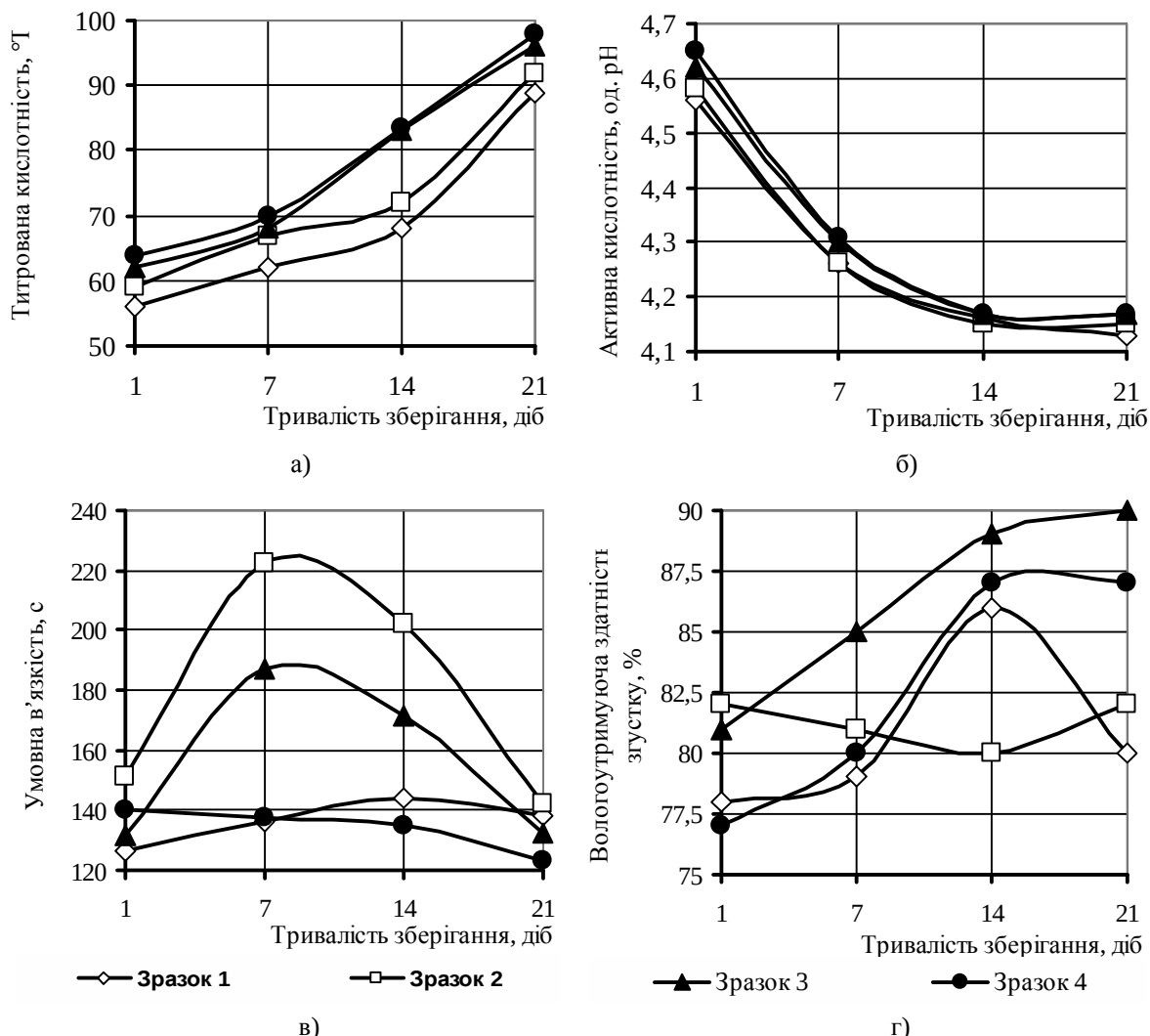


Рис. 3 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності, в'язкості (в) та ВУЗ (г) зразків, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

При зберіганні зразків 1...4, отриманих ферментацією *Lb. acidophilus* + *B. longum* протягом 14 діб різко знижується рівень активної кислотності – на 0,45...0,50 од. рН, при цьому титрована кислотність збільшується на 12...19 °Т (рис. 3, а, б, відповідно), тоді як протягом останніх 7 діб зберігання активна кислотність зразків залишається практично сталою, а титрована збільшується на 20...23 °Т. Це пояснюється переважанням кількості лактобацил, які викликають більш значимі зміни активної кислотності, над кількістю біфідобактерій у зразках протягом всього терміну зберігання (рис. 4, а, б). Титрована кислотність зразків невисока протягом 14 діб зберігання, що обумовлює чистий кисломолочний смак згустків без занадто вираженого кислого присмаку. Найнижчі значення титрованої кислотності має зразок 1.

Показники в'язкості та ВУЗ досліджуваних згустків знаходяться у допустимих межах. Найвищу в'язкість мають зразки 2 і 3, найвищу ВУЗ – зразок 3, що обумовлюється сталою кількістю лактобацил у ньому протягом всього процесу зберігання.

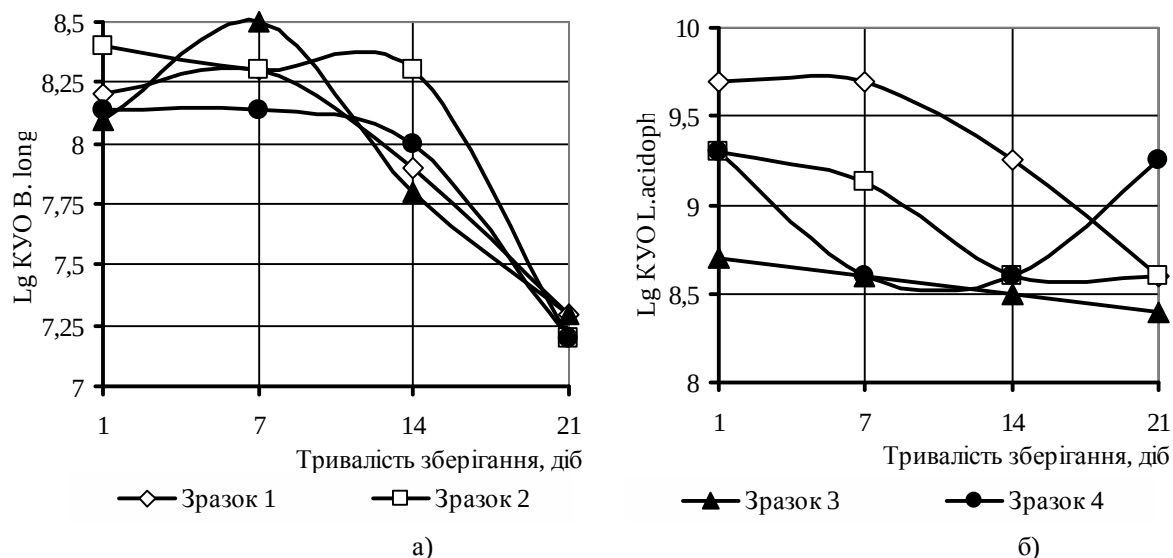


Рис. 4 – Зміна концентрації живих клітин *B. longum* (а) та *L. acidophilus* (б) у зразках, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

Оцінюючи пробіотичні властивості ферментованих згустків, можна констатувати, що за сумарною кількістю клітин пробіотичних культур (*Lb. acidophilus* + *B. longum*) слід віддати перевагу зразку 1, оскільки кількість життєздатних клітин *B. longum* та *Lb. acidophilus* протягом 14 діб зберігання складає $(0,9...2,0) \cdot 10^8$ та $(2,5...7,0) \cdot 10^9$ КУО/см³, відповідно (рис. 4, а, б).

Висновки. Для виробництва функціональних молочних продуктів рекомендувати симбіотичний комплекс з використанням *B. longum* BL 03, *Lb. acidophilus* La-5 та фруктози як біфідогенного фактора: співвідношенням біфідобактерій та лактобацил у комплексі повинно складати 1:1, вихідна концентрація клітин у молоці – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³, концентрація фруктози – 0,1 % від маси молока.

На кафедрі ТМ та СХП з використанням запропонованого симбіотичного комплексу розроблено біотехнології виробництва функціональних молочних продуктів – простокваші, кефіру, сметани, кисло-молочного сиру та м'яких кисло-сичужних сирів.

Література:

- Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
- Тихомирова Н. А. Технологія продуктів функціонального питания. – М.: ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
- Молочні продукти: вибір та ризики. //Молочна пром-сть. – 2007. – № 3 (38). – С. 29-32.
- Дисбактериозы – актуальная проблема медицины / А.А.Воробьев, Н.А.Абрамов, В.М.Бондаренко, Б.А.Шендеров // Вестник Российской АМН. – 1997. – № 3. – С. 4–7.
- Японские ученые о бифидобактериях. Финансово-аналитическая группа «ПРО-Консалтинг». – 2005. – 48 с.
- Донцова Т.А. Антагоністичні властивості бактерій роду *Lactobacillus* /Донцова Т.А., Швець Г.В., Іваниця В.О // Вісник Одеського державного університету. – Одеса: ОДУ. – 2000. – Т.5. Вип. 1. – С. 235–240.
- Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С. 32–39.
- Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности / Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И., Эрвольдер Т. М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с.
- Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.
- Инструкция по микробиологическому контролю производства на предприятиях молочной промышленности. – М.: Госагропром. – 1988. – 122 с.
- Чагаровський О.П. Новий біфідомісний кисло-молочний напій функціонального призначення / О. П. Чагаровський, Н. А. Дідух // Молочна пром-сть. – 2005. – № 1(16). – С. 36–39.

УДК 637.146 : 678.048 : 613.3

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОГО КОМПЛЕКСУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СМЕТАНИ ДІАБЕТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Могилянська Н.О., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведено вплив суміші рослинних олій, вітаміну Е та органічного селену окремо та у складі антиоксидантного комплексу на показники якості сметани.

In article influence of a mix of vegetable oils, vitamin E and organic selenium, separately and in structure of antioxidant complex on indicators of quality of sour cream is resulted.

Ключові слова: цукровий діабет, рослинні олії, вітамін Е, органічний селен, антиоксидантний комплекс, сметана.

В останні десятиріччя відзначається різкий ріст захворювання на цукровий діабет. Розвитку цього захворювання сприяє підвищення середньої маси тіла всіх вікових груп населення, неправильне харчування, переїдання, вживання значної кількості рафінованих продуктів, дефіцит харчових волокон [1–4]. В Україні на сьогоднішній день офіційно зареєстровано понад мільйон хворих на цукровий діабет. Навіть в економічно розвинених країнах, у яких діагностика і лікування цього захворювання перебуває на дуже високому рівні, кількість людей з діабетом збільшується кожні 10 років на 250...300 тис. чоловік.

Вживання функціональних продуктів діабетичного призначення поряд з дотриманням режиму харчування й активного способу життя, є однією з найважливіших складових у лікуванні цукрового діабету II типу [3, 5–10, 11–15].

Розробка широкої гами нових продуктів функціонального призначення, в тому числі, на молочній основі, які були б досить розповсюдженими і при постійному вживанні здійснювали позитивний вплив на організм людей, хворих на цукровий діабет, і попереджали прогресування цього захворювання, є важливим соціально-економічним завданням. До складу таких продуктів обов'язково повинні входити біологічно активні речовини (БАР), харчові волокна і пробіотичні культури біфідобактерій (ББ) та лактобактерій (ЛБ) [4, 16–17].

До продуктів харчування діабетичного призначення існує ряд вимог [5, 6, 10]: вміст жирів та легкозасвоюваних вуглеводів має бути обмеженим; співвідношення між насиченими (НЖК), моно- та поліненасиченими жирними кислотами (МНЖК та ПНЖК, відповідно) в продуктах повинно бути наближене до 1,0:1,0:1,0; масова частка жиру в молочних напоях не має перевищувати 1,0 %, а сметани – 10 %; вміст харчових волокон, вітамінів та мікроелементів, в тому числі антиоксидантного ряду, пробіотичних культур біфідо- і лактобактерій повинно бути підвищеним.

Сьогодні на споживчому ринку України продуктів діабетичного призначення молочні продукти представлені, в основному, солодкими йогуртами, сирковими десертами й морозивом, до складу яких входять заміники цукру. Сметана, яку традиційно вживає здорове населення України потребує корегування хімічного складу у відповідності з вимогами нутриціології до діабетичних напоїв. Тому одним з перспективних напрямків досліджень в області молочної промисловості є розробка технології виробництва сметани діабетичного призначення зі зниженим вмістом лактози і підвищеним вмістом БАР, пробіотиків і харчових волокон.

Метою роботи стало встановлення впливу компонентів антиоксидантного комплексу на показники якості сметани діабетичного призначення.

Відповідно до поставленої мети визначено такі завдання: встановити вплив суміші рослинних олій, вітаміну Е, органічного селену окремо та у складі антиоксидантного комплексу на органолептичні, фізико-хімічні (титрувану та активну кислотності, відносну в'язкість, вологоутримуючу здатність (ВУЗ), мікробіологічні (кількість живих клітин *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium longum* та *S. thermophilus*) та біохімічні (антиоксидантну активність та кількість малонового діальдегіду) показники сметани.

Для встановлення впливу компонентів антиоксидантного комплексу (суміші олій, вітаміну Е та органічного селену) на показники якості сметани діабетичного призначення було вироблено зразки сметани з використанням кожного із введених до продуктів компонентів поодиночі та із застосуванням розробленого симбіотичного комплексу та рекомендованих параметрів технологічного процесу виробництва. У отриманих зразках сметани визначали органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники якості і порівнювали їх з показниками сметани з масовою часткою жиру 10,0 % і сметани діабетичного призначення (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив компонентів антиоксидантного комплексу на показники якості сметани діабетичного призначення (n = 3, P ≥ 95,0)

Найменування показника	Значення показника для				
	контрольного зразка сметани	експериментального зразка з додаванням			сметани діабетичного призначення
		вітаміну Е	БАД «Селен Активний»	суміші олій	
Органолептичні показники					
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів				
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, сметаноподібна, з непорушеним згустком, характерна для термостатного способу виробництва				
Колір	Світло-кремовий, однорідний по всій масі продукту				
Фізико-хімічні показники					
Титрована кислотність, °Т	64,0 ± 0,5	62,5 ± 1,0	63,0 ± 1,0	62,0 ± 1,0	62,0 ± 1,0
Активна кислотність, од. рН	4,59 ± 0,01	4,60 ± 0,02	4,61 ± 0,01	4,62 ± 0,02	4,60 ± 0,01
Відносна в'язкість, с	46,0 ± 1,1	40,0 ± 1,0	41,0 ± 1,3	39,0 ± 1,0	37,0 ± 1,2
ВУЗ згустку, %	76,0 ± 0,9	70,0 ± 1,2	70,0 ± 1,0	69,0 ± 1,1	72,0 ± 1,1
Мікробіологічні показники					
Кількість життєздатних клітин ББ, КУО/см ³ продукту	(7,03±0,13) · 10 ⁷	(4,40±0,25) · 10 ⁸	(5,22±0,08) · 10 ⁸	(2,27±0,23) · 10 ⁸	(8,10±0,20) · 10 ⁸
Кількість життєздатних клітин <i>S. thermophilus</i> , КУО/см ³ продукту	(1,10±0,10) · 10 ⁹	(6,00±0,09) · 10 ⁸	(7,00±0,12) · 10 ⁸	(2,50±0,11) · 10 ⁸	(2,50±0,10) · 10 ⁸
БГКП в 0,1 см ³ продукту	Відсутні				
Біохімічні показники					
Антиоксидантна активність, од. акт.	53,0 ± 1,0	159,0 ± 1,0	178,0 ± 1,0	167,0 ± 1,0	377,0 ± 1,0
Вміст малонового діальдегіду, мг/100 г	139,0 ± 3,0	123,0 ± 1,0	106,0 ± 1,0	485,0 ± 3,0	267,0 ± 1,0

Введені до збагачених вершків компоненти антиоксидантного комплексу не здійснюють значимого впливу на органолептичні показники сметани. Незначний вплив на консистенцію сметани здійснює кількість клітин лакто- та біфідобактерій: більш в'язку консистенцію мають зразки сметани, в яких переважають *S. thermophilus*, зразки, в яких переважають біфідобактерії, мають менш в'язку сметаноподібну консистенцію, що пояснюється меншою кількістю екзогенних полісахаридів, які продукують біфідобактерії в порівнянні з такою для *S. thermophilus*.

Внесені у молочно-рослинні вершки антиоксиданти не здійснюють суттєвого впливу на показники титрованої та активної кислотності: в експериментальному зразку сметани вони змінюються в межах 0,5...2,0 °Т і 0,01...0,03 од. рН, відповідно. Максимальне значення титрованої кислотності має контрольний зразок виробленої сметани, що обумовлено переважанням в її складі *S. thermophilus* над ББ, тоді як у сметані діабетичного призначення ББ переважають над *S. thermophilus*, а у експериментальних зразках, вироблених з використанням одного з компонентів кількість біфідобактерій на 17,6...21,2 % перевищує таку в контрольному.

Сметана діабетичного призначення має нижчу в'язкість, ніж контрольний та експериментальні зразки (на 19,6...23,3 і 5,1...10,8 %, відповідно), що також обумовлено нижчою концентрацією в них *S. thermophilus*. ВУЗ зразків сметани діабетичного призначення нижча, ніж у контрольних зразках (на 2,7...5,2 %), але на 2,9...4,3 % вища, ніж у експериментальних, вироблених з кожним окремо взятим компонентом антиоксидантного комплексу.

Найсуттєвіший вплив компоненти антиоксидантних комплексів здійснюють на пробіотичні та біохімічні показники сметани. З усіх досліджених компонентів найбільший стимулюючий ефект на ріст і розвиток

ББ здійснює органічний селен. Вираженими біфідогенними властивостями володіє також вітамін Е. Кількість біфідофлори в експериментальних зразках сметани, отриманих з використанням селену та вітаміну Е, на 21,2 та 20,3 %, відповідно, перевищує таку в контрольному зразку. Меншими біфідогенними властивостями володіють олії: кількість біфідобактерій у експериментальному зразку, отриманому з їх використанням на 16,9 %, відповідно, перевищує таку в контрольному зразку. Сметана діабетичного призначення містить найвищу кількість життєздатних клітин біфідобактерій, що свідчить про синергетичний ефект біфідогенних властивостей компонентів, використаних у складі антиоксидантного комплексу.

Сметана діабетичного призначення містить менше життєздатних клітин *S. thermophilus*, ніж контрольний та експериментальні зразки, оскільки компоненти, використані при їх виробництві у складі антиоксидантних комплексів, менше стимулюють її ріст.

Всі експериментальні зразки мають вищі значення антиоксидантної активності, ніж контрольний, що свідчить про синергізм використаних антиоксидантів та молочної сировини. Найвище значення антиоксидантної активності відзначаємо в експериментальних зразках, вироблених з використанням селену та вітаміну Е. Максимальне значення антиоксидантної активності (377 од. акт) має сметана діабетичного призначення, що обумовлено синергізмом компонентів, використаних у складі антиоксидантного комплексу, між собою і з компонентами вершків.

Всі експериментальні зразки, за виключенням тих, при виробництві яких використано суміш олій, мають нижчі значення кількості малонового діальдегіду, яка утворюється при повному окисненні продукту, в порівнянні з контрольним зразком, що свідчить про підвищення їх стійкості до перекисного окиснення ліпідів. Найвищу стійкість до окиснення мають експериментальні зразки, отримані з використанням вітаміну Е та органічного селену. При виробництві сметани з додаванням суміші олій останні є ініціаторами процесу окиснення, тому вміст малонового діальдегіду в даних експериментальних зразках перевищує такий у контрольному в 3,5 рази. Вміст малонового діальдегіду у сметані діабетичного призначення вищий, ніж у контрольних та експериментальних зразках із залученням вітаміну Е та селену, що пояснюється введенням до їх складу 5 % суміші олій, що містять ПНЖК і МНЖК, які є ініціаторами процесу окиснення, але на 44,9 % нижчий, ніж у експериментальному зразку з сумішню олій.

Висновки: встановлено синергетичні ефекти антиоксидантних та біфідогенних властивостей при спільному використанні вітаміну Е, органічного селену та сумішей олій при виробництві сметани діабетичного призначення. Визначено, що найбільший вплив на антиоксидантні та пробіотичні властивості продукту здійснюють органічний селен та вітамін Е. Використання розробленого антиоксидантного комплексу у процесі виробництва сметани діабетичного призначення дає можливість отримати продукт з високими органолептичними, пробіотичними, антиоксидантними властивостями і нормованими фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Новизна технічних рішень, які містяться в роботі, підтверджується деклараційним патентом України на корисну модель "Сметана діабетичного призначення".

На підставі отриманих даних розроблена нормативна документація на виробництво сметани діабетичного призначення ТУ У 15.5-02071062–009:2008 та ТІ.

Література:

1. Бруселовская И.В. Сахарный диабет: лечение народными средствами / И.В. Бруселовская, В.Д. Кузьмин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 252 с.
2. Аметов А.С. Инсулинонезависимый сахарный диабет: основы патогенеза и терапии / А.С. Аметов, А.М. Грановская-Цветкова, Н.С. Казей. – М.: Мир, 1995. – 245 с.
3. Астамирова Х.С. Настольная книга диабетика / Х.С. Астамирова, М. Ахманов. – М.: Издательство ЭКСМО-ПРЕСС, 2001. – 400 с.
4. Остроухова Е.Н. Правильное питание при сахарном диабете. – СПб.: «Издательство «ДИЛЯ», 2004. – 160 с.
5. Захаров Ю. Если диагноз – «диабет». Диагностика, лечение, питание, новые технологии и традиционные методы. – М.: ООО «АСС-Центр», 2006. – 128 с.
6. Одуд Е.А. Планирование питания при сахарном диабете // Рус. мед. журнал. – 2005. – Т.13, № 6. – С. 311 – 315.
7. Всемирная организация здравоохранения: комитет экспертов ВОЗ по сахарному диабету. Второй доклад. – М.: Медицина, 1985. – С. 90 – 95.
8. Преображенский В. Профилактика и лечение сахарного диабета и других заболеваний эндокринной системы. – Ростов-на-Дону: ООО «Издательство БАРО-ПРЕСС», 2000. – 64 с.
9. The Diabetes Prevention Program Research Group, Reduction in the incidence of type 2 diabetes in patients with lifestyle intervention or metformine // N. Engl. J. Med. – 2005. – Vol. 346. – P. 393 – 403.

10. Кило Ч. Что такое диабет? Факты и рекомендации: пер. с англ. / Ч. Кило, Дж. Уильямсон, Д. Ричмонд – М.: Мир, 1993. – 245 с.
11. Капрельянц Л.В. Функциональные продукты / Л.В. Капрельянц, К.Г. Иоргачова. – О.: Друк, 2003. – 333 с.
12. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. М.: ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
13. Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives // British J. Nutr. – 2002. – V. 88 (2). – P. 139 – 143.
14. Bellisle F.A. Functional Food Science in Europe / F.A. Bellisle, A.T. Diplock, G. Hornstra // British J. Nutr. – 1998. – V. 80 (1). – P. 1 – 193.
15. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report) // British J. Nutr. – 2002. – V. 88 (2). – P. 125 – 130.
16. Кочеткова А.А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилкин // Пищевая пром-сть. – 2003. – № 5. – С. 8 – 10.
17. Капрельянц Л.В. Функциональные продукты питания: современное состояние и перспективы развития // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 1. – С. 22 – 24.

УДК 637.354:[637.334.3:66-9]:613.2

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБЛЕННЯ СИЧУЖНОГО ЗГУСТКУ ТА СИРНОГО ЗЕРНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІФІДОВІСНИХ ТВЕРДИХ СИЧУЖНИХ СИРІВ

Молокопой Л.О., аспірант каф. ТМ та СХП, Дідух Н.А., д-р техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі досліджено процеси оброблення сичужного згустку та сирного зерна в апараті вироблення твердих сирів. Обґрунтовано режими зсідання нормалізованої суміші, вимішування сирного зерна, другого нагрівання та обсушування сирного зерна. Досліджено зміну концентрації життєздатних клітин біфідо- і лактобактерій протягом оброблення сичужного згустку.

In work it is investigated processing of processes of rennet clot and cheese grain in the device of development of firmness cheeses. Modes of curling of the normalised mix, the stirring of cheese grain, the second heating and drying of cheese grain are proved. Change of concentration of viable cells of bifidobacteria and lactic acid microorganisms in the processing current of rennet clot is investigated.

Ключові слова: функціональний продукт, твердий сичужний сир, біфідо- та лактобактерії, зсідання молока, вимішування, друге нагрівання, обсушування сирного зерна.

В багатьох країнах біфідопродукти користуються великою популярністю серед споживачів. Так, у Північній Америці і Європі збільшується роздрібний продаж біомолока і біоюгуртів. У Японії біфідобактерії вносять у всі без винятку молочні продукти, а також супи, кондитерські вироби, харчові концентрати, жувальні гумки [1]. На українському ринку у широкому асортименті представлені кисломолочні напої пробіотичного призначення (продукти, що виробляються на симбіотичних заквасках, до складу яких входять лактобактерії, біфідобактерії та стрептококи; питні біонапої, які виробляють з використанням чистих культур біфідо- або лактобактерій; продукти, що виробляють на симбіотичних заквасках, до складу яких входять йогуртові культури та біфідобактерії).

Білкові продукти (кисломолочні та м'які сири) пробіотичного призначення представлені у меншому обсязі. Тверді сичужні сири функціонального призначення на ринку України відсутні, лише в Чехії розроблено спосіб виробництва твердих сирів із біфідобактеріями *B. longum*, *B. bifidum*. [2, 3].

Натуральні сири незамінні для забезпечення повноцінного харчування людини. Вони мають високу біологічну цінність, що обумовлена концентруванням, модифікацією компонентів молока. Саме у білкових продуктах найбільш цінні частини молока – білок і мінеральні речовини знаходяться у концентрованому вигляді. Молочний білок характеризується оптимальним співвідношенням амінокислот, близьким до амінограми білків організму людини. Білки молока, що знаходяться у розчинному стані, легкодоступні для харчових протеїназ без попереднього денатурування. Мабуть, це одні із найкорисніших молочних

продуктів з точки зору сучасної дієтології. Сири мають широку гамму смакових відтінків. Їх виробництво відрізняється високою рентабельністю і, як наслідок, ростом річних об'ємів [4, 5].

Використання високоефективних режимів теплового оброблення нормалізованої суміші при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення ($t = (85 \pm 1)^\circ\text{C}$, $\tau = (5 \pm 1)$ хв) призводить до зниження рівня синерезису (відділення сироватки), що негативно позначається на тривалості процесів оброблення згустку і сирного зерна та пресування продукту [6]. В той же час використання заквасок, до складу яких входять біфідобактерії, дає змогу підвищити синерезис сичужного згустку. Спільний вплив наведених двох факторів може сприяти як підвищенню, так і зниженню синкретичних властивостей сичужного згустку.

Тому необхідно було відпрацювати всі режими оброблення сичужного згустку у апараті вироблення сирного зерна при виробництві біфідовмісних твердих сичужних сирів для отримання готового продукту з нормованими фізико-хімічними показниками (масовою часткою жиру та вологи).

Метою даної роботи стало обґрунтування параметрів оброблення сичужного згустку та сирного зерна при виробництві твердих біфідовмісних сичужних сирів функціонального призначення.

Для досягнення поставленої мети порівнювали контрольний та дослідний зразки. Виробництво контрольного зразку сиру проводили за технологією виробництва твердих сичужних сирів з підвищеним рівнем молочнокислого бродіння (сиру російського). Контрольний та дослідний зразки виробляли у лабораторних умовах та на підприємстві ТОВ «Агроком» (м. Ананьїв Одеської області).

Для виробництва дослідного зразка сиру нормалізацію суміші проводили змішуванням незбираного та знежиреного молока; при цьому вносили до суміші фруктозу (концентрація фруктози 0,1 %) як біфідогенний фактор для інтенсифікації розвитку біфідобактерій. Пастеризацію нормалізованої суміші проводили при температурі $(85 \pm 1)^\circ\text{C}$ з витримкою 5 хв [6].

Температура зсідання молока залежить від виду молокозсідальних ферментів (МФ) та мікрофлори заквашувальних композицій. За традиційною технологією виробництва сиру російського температура зсідання нормалізованої суміші становить $(32 \pm 1)^\circ\text{C}$, оскільки до складу закваски входять лише мезофільні лактобактерії. Зсідання молока для експериментального зразка сиру проводили при температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. Дана температура є оптимальною для розвитку біфідобактерій, що дозволило отримати готовий продукт з високими пробіотичними властивостями.

На рис. 1 наведено тривалість основних технологічних операцій у апараті для вироблення сирного зерна до другого нагрівання. Тривалість зсідання нормалізованої суміші при виробництві експериментального зразка скорочується на 10 хвилин у порівнянні з тривалістю зсідання суміші при виробництві контрольного зразка. Це пояснюється тим, що при виробництві дослідного зразка використовуються закваски, що містять біфідо- і лактобактерії, які знаходяться у симбіозі і стимулюють розвиток один одного.

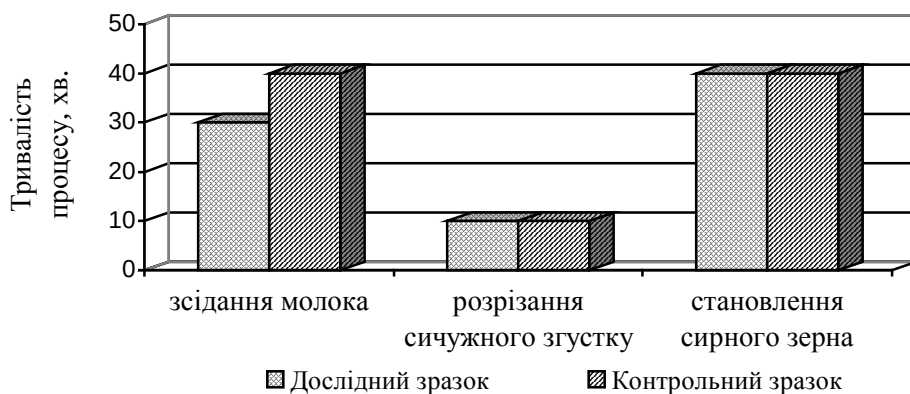


Рис. 1 – Тривалість процесів зсідання нормалізованої суміші, розрізання та становлення сирного зерна

Тривалість розрізання сичужного згустку для обох зразків не відрізняється (рис. 1). Становлення (перше вимішування) сирного зерна проводять з метою подальшого відділення сироватки. Тривалість становлення сирного зерна для контрольного та дослідного зразків становить 40 хв (рис. 1).

Мета теплового оброблення суміші (другого нагрівання) – прискорення видалення сироватки і створення умов для розвитку мікроорганізмів закваски з тим, щоб отримати певний вид сиру, а також досягнення здібності зерна до склеювання у пласт. Температура другого нагрівання встановлюється таким чином, щоб вона була сприятлива для розвитку заквашувальних культур даного виду сиру. Для твердого

сичужного сиру з підвищеним рівнем молочнокислого бродіння (контрольний зразок) вона становить $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 20 хвилин. Тривалість обсушування зерна складає (30...40) хв [7].

Дані режими при виробництві дослідного зразка твердого сиру не дають змогу досягти необхідного ступеня синерезису. Для отримання твердого біфідовмісного сиру з нормованим значенням масової частки вологи після пресування (42 %) необхідно підвищити температуру другого нагрівання сирного зерна та тривалість обсушування сирного зерна. Для виробництва твердого біфідовмісного сичужного сиру функціонального призначення використовували такі режими: друге нагрівання – температура $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість 20 хв; обсушування – тривалість (50...60) хв.

Наступним етапом роботи стало визначення вмісту життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій у дослідному зразку та лактобактерій у контрольному зразку (рис. 2). Кількість лактобактерій у контрольному та дослідному зразках сирів перед зсіданням складала $1,0 \cdot 10^6$ КУО/г; кількість біфідобактерій у експериментальному зразку сиру складала перед зсіданням $1,0 \cdot 10^6$ КУО/г. В процесі оброблення сичужного згустку кількість життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій збільшувалась.

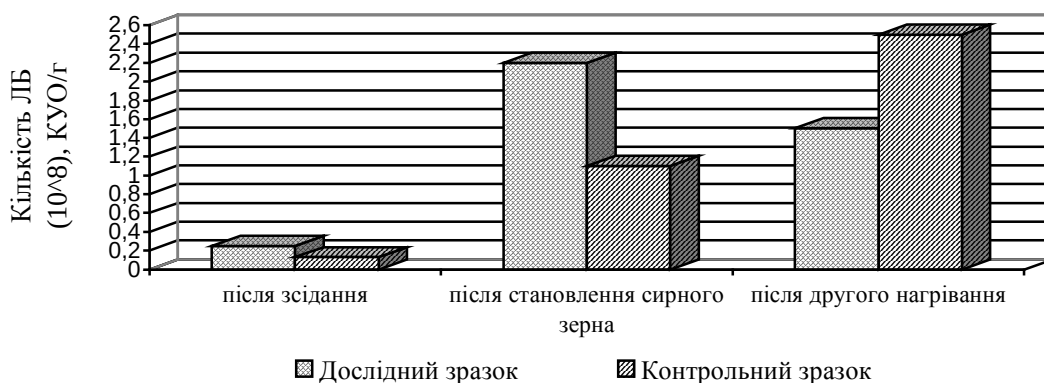


Рис. 2 – Вміст ЛБ у дослідному та контрольному зразках сирів після зсідання, становлення сирного зерна та другого нагрівання сирного зерна

У експериментальному зразку сиру перед другим нагріванням сирного зерна кількість лактобактерій становить $(2,0 \cdot 10^8)$ КУО/г, що більше у порівнянні з контрольним зразком сиру $(1,1 \cdot 10^8)$ КУО/г (рис. 2). Це обумовлено симбіотичним впливом лакто- і біфідобактерій, що входять до складу закваски при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення, у експериментальному зразку.

Менша кількість лактобактерій у експериментальному зразку сиру – $1,5 \cdot 10^8$ КУО/г обумовлена використанням підвищеної температури другого нагрівання – $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$, яка згубно діє на мезофільні молочнокислі лактококи, що складають основу закваски для виробництва даної групи сирів. Біфідобактерії більш стійкі до підвищених температур, максимальна температура, при якій вони здатні розвиватись, складає 50°C , тому використана температура другого нагрівання сприяла їх активному розвитку в експериментальному зразкові сиру при другому нагріванні та обсушуванні сирного зерна. (рис. 3) [8].

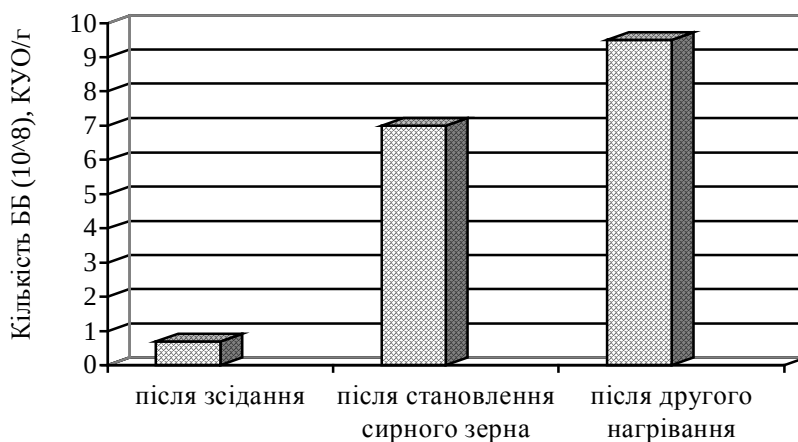


Рис. 3 – Вміст ББ у дослідному зразкові сиру після зсідання, становлення сирного зерна та другого нагрівання сирного зерна

Концентрація біфідобактерій після другого нагрівання складала $9,5 \cdot 10^8$ КУО/г (рис. 3), що обумовлює високі пробіотичні властивості продукту і доводить правильність вибору параметрів технологічного процесу.

Висновки

1. Досліджено процеси оброблення сичужного згустку та сирного зерна в апараті вироблення сирного зерна при виробництві твердих сичужних сирів.

2. Встановлено та обґрунтовано параметри та режими оброблення сичужного згустку та сирного зерна при виробництві біфідовмісних твердих сичужних сирів: зсідання нормалізованої суміші – температура $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість (30 ± 1) хв; розрізання та становлення сирного зерна – температура $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість (40 ± 2) хв; друге нагрівання – температура $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість (20 ± 1) хв; обсушування сирного зерна – тривалість $(50 \dots 60)$ хв. Дані режими оброблення дозволяють отримати готовий продукт з нормованими фізико-хімічними показниками.

3. Визначено вміст життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій у дослідному зразку твердого біфідовмісного сичужного сиру функціонального призначення. Доведено, що даний продукт має високі пробіотичні властивості, обумовлені високою концентрацією пробіотичних клітин *B. animalis* (Bb-12).

Література

1. Деклараційний патент 9212 А Україна, МПК 7 A23C19/076. Спосіб одержання комбінованих сирів з функціональними властивостями. / Л.В.Капрелянц, Л.В.Рекичанська. – № 2005 01632; Заявлено 22.02.2005. Опубл. 15.09.2005. Бюл. № 9.
2. О некоторых проблемах с качеством твердых сычужных сыров и путях их решения // Молочная промышленность. – 2005 – №7(22) – С.14-15.
3. Свириденко Ю.Н. Функциональные молочные продукты // Сыроделие и маслоделие – 2003 – №5 – С.7-9
4. Какой сыр выгодно производить в Украине? // Молокопереработка – 2006 – №7 – С. 15-19
5. ТУ У15.5.25027034-2001 Технологическая инструкция по производству био-творога. – Введ. 27-03-2001. – Одеса: НПО “ЛАКТОЛ”. – 2001. – 9с.
6. Дідух Н.А. Високоєфективні режими теплової обробки у виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення / Н.А. Дідух, Л.О.Молокопой // Молочна пром-сть. –2008. – № 6 (49). – С.37–43.
7. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаускас – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
8. Микробиологические основы молочного производства: Справочник / Л.А. Банникова и др; под ред. кандидата техн. наук Костина Я.И. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400с.

УДК 637.136.5 – 021.632 : 579.67

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ МОЛОКА, ЗБАГАЧЕНОГО ЗАРОДКАМИ ПШЕНИЦІ

Величко Т.О., канд. техн. наук, доц., Лисогор Т.А., канд. техн. наук, доц.,
Кручек О.А., канд. техн. наук, ас.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведені результати ферментації молока, збагаченого зародками пшениці, чистими культурами біфідобактерій B.animalis.

The research contains results of fermentation of milk enriched by germs of wheat and pure cultures of bifidobacteria B.animalis.

Ключові слова: зародки пшениці, сквашування молока, біфідобактерії.

Розробка нових видів молочних продуктів з натуральними наповнювачами, які покращують смакові якості і підвищують біологічну цінність, є актуальною. При вирішенні цього питання важлива роль відводиться комбінованим молочним продуктам з натуральною рослинною сировиною, яка поповнює дефіцит життєво необхідних речовин, виступає в якості ефективного інструменту профілактики поширення аліментарно-залежних захворювань. Саме молочно-рослинні системи найбільш повно відповідають фор-

мулі збалансованого харчування. Фізіологічно-функціональні продукти харчування покращують стан здоров'я за рахунок регулювання маси тіла, підвищення імунітету, запобігання виникненню та прогресуванню дисбактеріозів, серцево-судинних та ендокринних захворювань, остеопорозу, а також впливають на розумову та фізичну діяльність і психологічний стан людини. Такі продукти стратегічно можуть бути поставлені між звичайними продуктами харчування та фармацевтичними засобами, що відображає їх роль як замінників ліків.

Комбінація кисломолочного продукту (джерела білку і кальцію) з вітамінами, компонентами, які проявляють антиокислювальні властивості, полісахаридами рослинного походження, що стимулюють ріст і активацію корисної мікрофлори організму людини харчовими волокнами, припускає посилення сприятливого ефекту на мікрофлору, всмоктування кальцію, а також на стан шлунково-кишкового тракту в цілому.

Пшениця і продукти її переробки здавна використовуються в харчуванні людей і годуванні тварин майже у всьому світі. Найбільш цінною складовою зерна пшениці є зародок, який становить 1,6...3,5 % від маси зерна, але за своїм біохімічним складом сильно відрізняється від решти анатомічних частин [1].

За даними різних досліджень зародок пшениці містить 23...35 % білку високої біологічної цінності. У порівнянні з іншими злаковими культурами, білок зародка відрізняється збалансованим амінокислотним складом і за якістю наближається до білків тваринного походження – казеїну молока, білку курячих яєць. Білки зародків багаті на такі амінокислоти як лізин, треонін, які є лімітуючими практично для всіх білків злакових культур.

Зародки відрізняються високим вмістом ліпідів (13...19) %, які представлені, головним чином, ненасиченими і поліненасиченими жирними кислотами. В зародку пшениці знайдені фосфатиди (1,6 %). Вуглеводи зародку представлені головним чином сахарозою, яка є прекрасним енергетичним матеріалом при проростанні [2].

Особливу цінність зародку представляють вітаміни і мікроелементи [3]. В ньому містяться майже всі вітаміни групи В, мг/100 г продукту: тіамін – 6,0...6,2; рибофлавін – 0,5...1,0; пантотенова кислота – 12,0...12,6; ніацин – 7,0...7,5; піридоксин – 3,0...5,0; фолієва кислота – 2,8. В зародку також міститься до 800 М.Е. каротину, 35 М.Е. ергостерину, 7,0...9,0 мг/100 г біотину, 0,35 мг/100 г вітаміну К і 22,0...32,0 мг/100 г токоферолів. Токоферолі – особливо цінні речовини пшеничного зародку. Завдяки своїм антиокислювальним властивостям вони захищають каротин, перешкоджають окислювальним змінам вітамінів групи В, підтримують стабільність ліпідів.

Мінеральні речовини зародку представлені 21-м макро- і мікроелементами, загальна кількість яких – 4,5...6,7 %. При цьому вміст макроелементів по відношенню до загального вмісту мінеральних речовин складає, %: калію – 55,13; фосфору – 28,13; магнію – 6,38; натрію – 3,94; сірки – 2,85; кальцію – 1,69; кремнію – 0,84; заліза – 0,30; алюмінію – 0,14; мікроелементів: марганцю – 0,3550; цинку – 0,1500; олова – 0,0469; міді – 0,0170; бору – 0,0150; молібдену – 0,0075; нікелю – 0,0039; свинцю – 0,0024; ванадію – 0,0019; хрому – 0,0004; сліди кобальту і срібла [4].

Висока біологічна цінність зародку пояснює необхідність вилучати його при сортовому помелі пшениці у вигляді самостійного продукту з подальшим використанням для виробництва харчового масла, вітамінного концентрату, різних продуктів дієтичного харчування.

Метою наукової роботи стали дослідження процесу ферментації молока, збагаченого зародками пшениці чистими культурами біфідобактерій *B.animalis*.

На першому етапі експерименту досліджували деякі біохімічні показники окремих фракцій зародків пшениці. Для цього зародки пшениці подрібнювали до стану муки і просіювали на ситах з розміром отворів – (100...1000) мкм. Отримали чотири фракції з розміром часток до 100 мкм; до 250 мкм; до 500 мкм; до 1000 мкм, в яких визначали вміст білку, небілкового азоту, вітамінів В₁ та В₂. Результати дослідів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст хімічних компонентів у фракціях зародків пшениці

Фракція, мкм	Білок, %	Небілковий азот, %	Вітаміни, мг/100 г	
			В ₁	В ₂
100	29,47	2,4	4,6	0,48
250	30,78	2,6	4,6	0,50
500	34,26	3,0	5,4	0,62
1000	25,44	2,4	4,0	0,42

З даних табл. 1 видно, що найбільший вміст білку, небілкового азоту, вітамінів має фракція з розміром часток до 500 мкм. Ця фракція обрана для подальших досліджень. Різниця вмісту визначених показ-

ників у фракціях пояснюється анатомічною будовою зародків і зерна в цілому. Тому при подрібненні зародків відбувається деякий перерозподіл компонентів, а також надходження часток зернівки у вигляді алейронового шару і висівок.

Для обґрунтування раціональної масової частки зародків пшениці, які додавали до молока, досліджували процес його ферментації чистими культурами біфідобактерій. У якості заквашувальної культури використовували суху ліофілізовану закваску фірми Хр.Хансен (Данія) FD DVS Bb-12, яка містить *B. animalis*. Для активізації росту та розмноження біфідобактерій застосовували тіогліколеве середовище.

У нормалізоване за масовою часткою жиру молоко вносили подрібнені зародки пшениці у кількості (0,1; 0,25; 0,5; 1,00)%, пастеризували при температурі (92...95) °C протягом (2...3) хв і охолоджували до температури заквашування – (37±1) °C. Контрольним зразком було пастеризоване за вказаним вище режимом молоко з фруктозою у якості пребіотика. У охолоджені суміші вносили чисті культури біфідобактерій у кількості $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Ферментацію всіх заквашених зразків здійснювали при температурі (37±1) °C до утворення згустку.

В процесі ферментації досліджуваних зразків визначали активність кислотоутворення за змінами титрованої та активної кислотності, а також в'язкість. У згустку визначали вміст живих клітин біфідобактерій. Результати дослідів процесу сквашування чистими культурами *B. animalis* наведені на рис. 1.

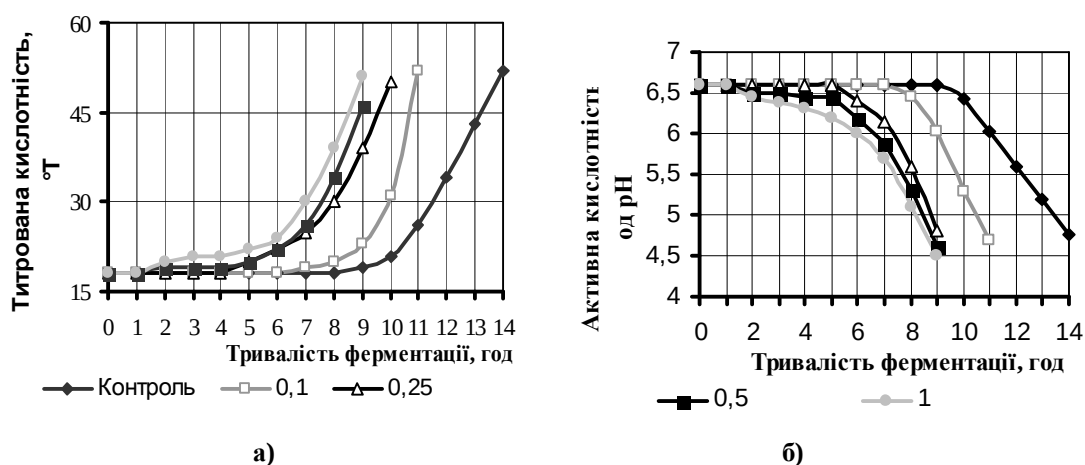


Рис. 1 – Зміни титрованої (а) та активної (б) кислотності при ферментації сумішей неактивізованими культурами

Як видно із наведених даних, біфідобактерії *B. animalis* сквашують молоко з фруктозою (контрольний зразок) за 13,5...14,0 год, з яких 6...8 год припадає на *lag*-фазу. У зразках із зародками пшениці масовою часткою 0,1 % процес утворення згустку скорочується до 11 год., 0,25 % – до 10 год., 0,5 та 1,0 % – до 9,5 та 9 годин, відповідно. Таким чином, внесення зародків пшениці у кількості 0,1 % суттєво впливає на швидкість процесу утворення згустку. Це можна пояснити широким спектром біологічно-активних речовин (білків, вітамінів, вільних амінокислот тощо) у зародках пшениці, які стимулюють розвиток біфідобактерій. Більші масові частки (0,25, 0,50, 1,0) % також прискорюють кислотоутворення, але швидкість прискорення уповільнюється. Кількість біфідобактерій у згустках складає 10^8 клітин в 1 см³.

В'язкість експериментальних і контрольного зразків протягом *lag*-фази залишається незмінною, оскільки кислотність зразків в цей час залишається практично сталою. В'язкість починає зростати для контрольного зразку на восьмій годині, для експериментальних – при масових частках 0,1; 0,25; 0,5 та 1,0 % – на шостій, п'ятій, четвертій, третій годині відповідно. Згустки, отримані з використанням зародків пшениці, характеризуються більш високим рівнем в'язкості порівняно з контрольним.

При ферментації пастеризованого молока обраними штамами біфідобактерій спостерігається тривала *lag*-фаза, яка є небажаною, оскільки це створює умови для розвитку залишкової мікрофлори і мікрофлори вторинного забруднення. Для зменшення *lag*-фази проводили активізацію закваски, яку здійснювали шляхом культивування чистих культур біфідобактерій, вирощених на тіогліколовому середовищі, у стерилізованій при температурі 119...121 °C протягом 19...21 хв. молочній суміші, яка містила знежирене молоко та фруктозу у кількості 97,5 та 2,5 % відповідно, при температурі 37 °C протягом 11...13 год до досягнення активної кислотності 4,6...4,7 од. рН з подальшим швидким охолодженням до температури 2...6 °C і зберіганням ферментованих згустків при цій температурі не більше 24 годин [5].

Результати сквашування активізованими біфідобактеріями представлені на рис. 2 а) і б).

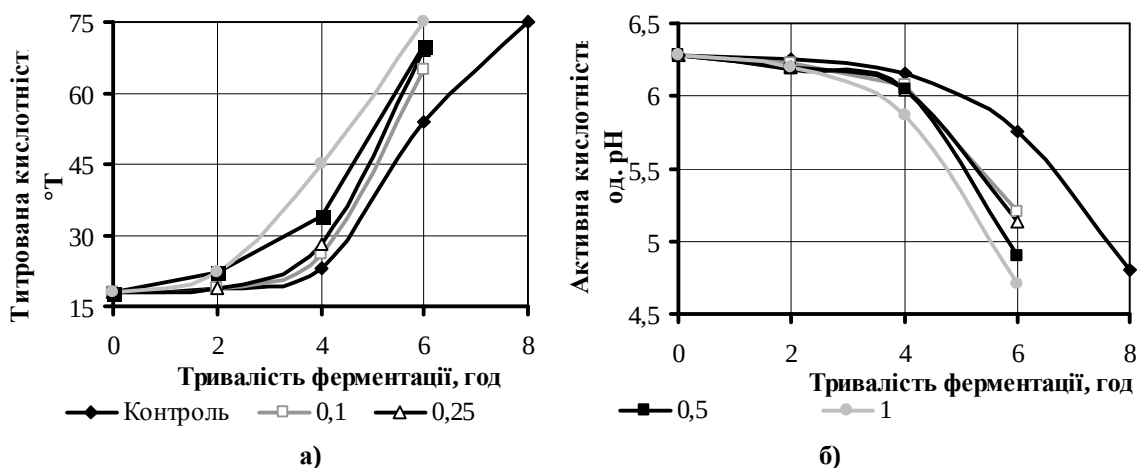


Рис. 2 – Зміни титрованої (а) та активної (б) кислотності при ферментації сумішей активізованими культурами

Як свідчать наведені дані процес утворення згустку у контрольному зразку скорочується з 14 до 8 год, у експериментальних – до 5...6 год., залежно від часової частки зародків. В'язкість усіх зразків починає зростати через 2...3 год. після внесення активізованої закваски. Живих клітин біфідобактерій у контрольному і експериментальних зразках міститься $1 \cdot 10^9 \dots 5 \cdot 10^9$ в 1 см^3 .

Від часової частки зародків пшениці залежать органолептичні показники ферментованих згустків. Найменший вплив на смак, запах та зовнішній вигляд мають зародки масовою часткою 0,1 %, тому саме таку їх кількість доцільно використовувати у якості біфідогенного фактору. У зразках з більшим вмістом зародків з'являється сторонній смак зернових та скорочується термін зберігання.

Висновки: введення зародків пшениці у молоко при ферментації його біфідобактеріями *B. animalis* прискорює процес утворення згустку на 3...5 год залежно від масової частки добавки. Для отримання ефекту достатньо вносити 0,1 % зародків, що забезпечує активне кислотоутворення і найменше впливає на органолептичні показники. Для скорочення *lag*-фази доцільно проводити активізацію закваски.

Література

1. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368с.
2. Нечаев А.А. Липиды зерна. – М.: Колос, 1978. – 342с.
3. Гурецкая В.Ф., Кравченко Э.В., Вадова В.А. Содержание витаминов в зародышах пшеницы// Известия Вузов. Пищевая технология. – №3. – 1966. – с.13-14.
4. Зайцев В.И., Хомец В. Г. Минеральные вещества зерна пшеницы и продуктов ее переработки. Известия Вузов. Пищевая технология – №2. – 1982. – С.35-38.
5. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.

УДК 637.138

ВПЛИВ МІКРООРГАНІЗМІВ (ЗАКВАСОК) НА ЗБЕРЕЖЕННЯ БЕТА-КАРОТИНУ У СКЛАДІ ЙОГУРТНИХ ПРОДУКТІВ

Варанкіна О.О., асп., Кричковська Л.В., д-р біол. наук, професор
Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Визначено вплив мікроорганізмів (заквасок) на збереження з водорозчинного та жиророзчинного препаратів мікробіологічного бета-каротину у складі йогуртних продуктів. Встановлено, що присутність препаратів β -каротину в кисломолочних продуктах впливає на кислотність цих продуктів. Визначено, що використання препаратів мікробіологічного β -каротину позитивно впливає на активність розмноження молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій у йогурті.

The influence of microorganisms of starters on the safety of microbiological beta-carotene from water-soluble and oil-soluble preparations in yoghurts is determined. It is established that being of preparations of beta β -carotene in sour-dairy products influences on the acidity of these products. It is determined that the use of preparations of β -carotene influences on the reproduction activity of lactic bacteria and Bifidobacterium in yoghurt.

Ключові слова: ферментовані молочні продукти, мікробіологічний каротин, закваска.

В рамках “Концепції поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення” доцільним є проведення робіт з розробки та впровадження у виробництво кисломолочних йогуртних продуктів з мікробіологічним бета-каротином з метою подолання проблеми нестачі провітаміну А в раціонах харчування. [1]. При розробці нових видів йогуртних продуктів з каротином, що продукується міцеліальним грибом *Blakeslea Trispora*, необхідно було дослідити вплив факторів технологічного процесу, присутності окремих інгредієнтів, компонентів закваски, умов зберігання продукту на його збереження в складі йогурту. Важливим етапом роботи є визначення впливу присутності окремих мікроорганізмів у складі закваски для йогурту на збереження провітаміну А біотехнологічного походження у готовому продукті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питання впливу мікроорганізмів заквасок, які використовуються під час виробництва, на збереження бета-каротину у складі молочних продуктів, практично не вивчалось.

Так Вишемирський Н.В. та інші стверджують, що при виробництві кисломолочних продуктів та сиру можливе збільшення вмісту каротину в результаті мікробіологічних процесів через те, що деякі мікроорганізми заквасок, можливо, синтезують каротин. Проте, дослідники не вказують, які це мікроорганізми. Автори зазначають, що вміст каротину у кефірі та ряжанці, що виготовлені в заводських умовах, збільшується приблизно на 25 % порівняно з вихідним вмістом. При виробництві сметани вміст каротину збільшується в 2,5 рази порівняно із вмістом каротину в вихідних вершках. Також автори вказують на те, що в процесі досягання сирів відбувається збільшення вмісту каротину у продукті в результаті бактеріального синтезу. Ступінь збільшення вмісту каротину залежить від виду закваски, технологічних особливостей виробництва та може досягати 40 % [2].

Ваютович Е.В. у своїй роботі відмічає, що бета-каротин з водорозчинних препаратів „Веторон” та „Циклокар”, виробництва РФ, краще зберігається у ферментованих молочних продуктах, ніж у молоці та вершках. При цьому не враховано впливу вмісту різної кількості жиру у продукті, не вказано стадію внесення препарату та умови проведення технологічних процесів виробництва молочних продуктів. Автор стверджує, що збереження бета-каротину з препаратом „Циклокар” у сметані протягом 72 год було вищим за збереження бета-каротину у вершках і склало 81,0 %, що на 0,8 % більше ніж у вершках. Також вміст бета-каротину з препаратом „Циклокар” через 72 год зберігання складає: для кефіру – 88,1 %; для ряжанки – 78,7 %; для йогурту – 79,1 %, для напою „Сніжок” – 85,5 % (для порівняння: вміст каротину з вказаного препарату для молока складає 75 % при 72 год зберігання). При цьому слід зазначити, що відсоток збереження бета-каротину з препаратом „Циклокар” у сметані можна порівняти з відсотком збереження провітаміну у ряжанці та йогурті, незважаючи на різний вміст жиру у продуктах. Стосовно збереження бета-каротину з препаратом „Веторон”, Васютович Е.В. відмічає таку саму тенденцію, що і у продуктах, які містять провітамін А з препарату „Циклокар”. Максимальна різниця між значеннями вмісту бета-каротину при використанні вказаних препаратів для відповідних видів молочних продуктів, окрім ряжанки, склала 2,8 %. Також слід відмітити, що у ряжанці бета-каротин з препарату „Веторон” зберігається краще (93,7 %), ніж з препарату „Циклокар”(78,7 %) та краще порівняно з іншими молочними продуктами. Це протиріччя автор не пояснює [3].

За даними Беркетової Л.В. руйнування бета-каротину з водорозчинних препаратів в аналогічній групі продуктів після 24 год зберігання не відбувається; після 48 год зберігання його вміст в молоці та йогурті не змінюється, а в стерилізованому молоці та біфідумі М руйнування складає 1%; після 72 год зберігання руйнування складає від 1 % для йогурту до 5 % для молока [4].

Беручи до уваги приведені літературні дані, не можна зробити висновок про вплив мікроорганізмів заквасок, що використовуються для виробництва ферментованих молочних продуктів, на збереження бета-каротину біотехнологічного походження у складі даних продуктів.

Ціль роботи. Проаналізувати вплив мікроорганізмів заквасок для йогурту на збереження бета-каротину мікробіологічного походження з водо- та жиророзчинного препаратів; визначити: чи впливає

присутність препаратів бета-каротину на процес нарощення біомаси мікроорганізмів закваски в процесі сквашування.

Результати дослідження. Для збагачення молочних йогуртних продуктів обрано водорозчинний препарат бета-каротину „Бетавітон” марки М (по ТУ 9146-007-23109857-99), виробництва ТОВ „Полісінтез” (Росія), та жиророзчинний „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” (ТУ У 18.298-9) виробництва ТОВ „НВП ”Вітан” (Україна).

Для вивчення впливу присутності окремих видів мікроорганізмів у складі закваски для йогурту на збереження мікробіологічного каротину із вказаних препаратів використовували модельну молочну суміш, яку нормалізували за масовою часткою жиру до 2,5 %. Препарат „Бетавітон” вводили безпосередньо до даної суміші у кількості 0,5 г на 1 кг продукту (що відповідає 2 мг бета-каротину на 200 г продукту). Препарат „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” у кількості 5г на 1 кг продукту (що відповідає 2 мг бета-каротину на 200г продукту) попередньо емульгували у невеликій порції молока, а потім додавали до молочної суміші. Далі суміш перемішували протягом 15 хвилин, пастеризували при температурі (90 ± 2) °C протягом 2 хвилин, охолоджували до температури 42 °C, вносили закваску для йогурту, зквашували протягом 6 годин (до pH=4,3-4,5), охолоджували до температури (6 ± 2) °C.

В якості закваски для йогурту використовували в першій серії дослідів – закваску бактеріальну ліофілізовану прямого внесення культури термофільного стрептококу *Streptococcus thermophilus* (95 %) та болгарської палички *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (5 %) „Yo-Yo” (виробництва „Chemiferm”, Італія), яку вносили у кількості згідно з рекомендаціями виробника; у другій серії дослідів – до закваски, що використовувалася у першій серії дослідів, додавали мікробну масу живих біфідобактерій штамів *Bifidobacterium bifidum* 1.791 або ЛВА-3 з препарату „Біфідумбактерин сухий” у кількості 10 доз (1 доза – 10^7 КУО) на 1 кг продукту; у третій серії дослідів – до закваски, що використовувалася у першій серії дослідів, додавали суху біомасу ацидофільних лактобактерій штаму *Lactobacillus acidophilus* n.v. Ер 317/402 „Нарине ААА” з препарату „Нарине радужний” у кількості 1 дози (0, 75, 1,1 10^9 КУО) на 1 кг продукту. Через те, що закваска для йогурту повинна обов'язково містити культури термофільного стрептококу та болгарської палички, в дослідженні (друга та третя серія дослідів) культури біфідобактерій та ацидофільної палички не використовувалися в якості окремої закваски, а додавалися до йогуртової закваски.

Вміст бета-каротину в модельній суміші, кислотність та pH визначали перед внесенням закваски у молочну суміш, відразу після охолодження продукту та через 24, 48, 72 години зберігання. Вміст бета-каротину перед внесенням закваски приймали за 100 %. Вміст провітаміну А після охолодження продукту та в процесі зберігання розраховували у відсотках по відношенню до вмісту бета-каротину у молочній суміші перед внесенням закваски.

Кількість молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій визначали після охолодження продукту та через 24, 48, 72 години зберігання. У першій серії дослідів визначали загальну кількість *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*; у другій серії дослідів – кількість *Bifidobacterium bifidum*; у третій серії дослідів – кількість *Lactobacillus acidophilus*.

Відбір проб та підготовку їх до випробування було проведено по ДСТУ 4834:2007 та ГОСТ 9225-84[5, 6]. Вміст бета-каротину в молочних продуктах визначали згідно з методиками по ГОСТ 30627.1-98; масову частку жиру визначали з використанням кислотного методу згідно ГОСТ 5867-90; кислотність, що титрується, визначали по ГОСТ 3624-92; водневий показник pH – потенціометричним методом аналізу; кількість молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій – по ГОСТ 10444.11-89 та ДСТУ 4343:2004 (ГОСТ Р 51331-99) [7-13]. Досліди проводили у трикратному повторенні. При визначенні бета-каротину у продуктах відносна похибка при імовірності P=95 % не перевищувала 5,03 %. При визначенні масової частки жиру у продуктах відносна похибка Δ при імовірності P=95 % не перевищувала 0,61 %. При визначенні кислотності, що титрується, довірчий інтервал не перевищував $\varepsilon = \pm 1,5$ °T (P=95 %, Δ не перевищувала 1,8%); при визначенні pH довірчий інтервал не перевищував $\varepsilon = \pm 0,02$ од. pH (P = 95 %, Δ не перевищувала 0,5 %).

Дані по вмісту бета-каротину з препаратів „Бетавітон” та „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії” в процесі зберігання у продукті, який отримано шляхом сквашування молочнокислими мікроорганізмами та біфідобактеріями, представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст мікробіологічного бета-каротину в процесі зберігання у продукті, який отримано шляхом сквашування молочнокислими мікроорганізмами та біфідобактеріями

Серія до- слідів	Мікроорганізми закваски	Вміст бета-каротину у продукті, %				
		До внесення закваски	Після охолод- ження	24 год зберігання	48 год зберігання	72 год зберігання
Продукт з бета-каротином із водорозчинного препарату						
1	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	100	94,96	91,35	87,40	84,92
2	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>B. bifidum</i>	100	97,57	93,58	91,10	89,90
3	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>L. acidophilus</i>	100	93,74	90,65	86,25	83,10
Продукт з бета-каротином із жиророзчинного препарату						
1	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	100	93,20	89,46	85,01	82,15
2	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>B. bifidum</i>	100	95,91	91,23	89,73	87,80
3	<i>S. thermophilus</i> ma <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>L. acidophilus</i>	100	92,35	89,95	83,19	80,11

Як видно з даних таблиці, втрати бета-каротину під час сквашування молочної суміші незначні як при використанні культур термофільного стрептококу з болгарською паличкою у складі закваски, так і при додаванні до цих культур біфідобактерій та ацидофільної палички. Руйнування провітаміну А в процесі ферментації складає 2,43–6,26 % з водорозчинного препарату та 4,09–7,65 % з жиророзчинного. Таким чином, бета-каротин краще зберігається при використанні водорозчинного препарату, ніж жиророзчинного. Цей факт можна пояснити тим, що водорозчинний препарат у своєму складі додатково містить стабілізуючі речовини. Проте під час зберігання продукту втрати бета-каротину досягають: (10,1–16,9) % при використанні „Бетавітону” та (12,20–19,89) % при використанні „Бета-каротину мікробіологічного (Провітаміну А) в олії”. Також слід відмітити, що бактеріальний склад заквасок значно не впливає на збереження мікробіологічного провітаміну А. Однак, при використанні *Bifidobacterium bifidum* відсоток збереження бета-каротину в процесі сквашування дещо вищий (в середньому на 2–7 %) та в процесі зберігання продукту провітамін А не так інтенсивно руйнується, ніж при використанні інших комбінацій мікроорганізмів у складі закваски. Це, можливо, пояснюється тим, що *Bifidobacterium bifidum* в процесі своєї життєдіяльності продукують вітамін К, який може також стабілізувати бета-каротин.

При використанні у складі закваски культури *Lactobacillus acidophilus*, відсоток збереження бета-каротину з обох препаратів у продукті найнижчий. Це, можливо, пов'язано з тим, що кислотність продукту, яка титрується, в даній серії дослідів нижча за кислотність продукту першої та другої серії дослідів.

Також результати дослідження показали, що збільшення кількості бета-каротину в процесі сквашування не відбувалося. Даний факт свідчить про те, що або мікроорганізми, які входили до складу закваски, не продукують бета-каротин, або швидкість руйнування доданого мікробіологічного провітаміну А вища за можливий незначний синтез його бактеріями закваски.

Результати дослідження кислотності, що титрується, (K_t) та активної кислотності продукту рН без додавання провітаміну А та з його додаванням з водорозчинного та жиророзчинного препаратів при використанні різних видів мікроорганізмів у складі закваски представлено у табл. 2.

Таблиця 2 – Кислотність, що титрується, та рН продукту без та з вмістом мікробіологічного бета-каротину при використанні різних видів мікроорганізмів у складі закваски

Серія до-свідів	Мікроорганізми закваски	Кислотність продукту									
		До внесен-ня закваски		Після охо-лодження		24 год зберігання		48 год зберігання		72 год зберігання	
		K _T , °T	pH	K _T , °T	pH	K _T , °T	pH	K _T , °T	pH	K _T , °T	pH
Продукт, який не містить мікробіологічного бета-каротину											
1	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	18	6,67	94	4,40	94	4,40	98	4,35	100	4,31
2	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>B. bifidum</i>	18	6,67	94	4,41	96	4,38	98	4,35	102	4,30
3	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>L. acidophilus</i>	18	6,67	98	4,35	104	4,32	106	4,27	108	4,22
Продукт з бета-каротином із водорозчинного препарату											
1	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	15	6,74	80	4,58	84	4,55	86	4,51	90	4,48
2	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>B. bifidum</i>	15	6,74	82	4,56	84	4,53	88	4,51	92	4,50
3	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>L. acidophilus</i>	15	6,74	86	4,48	90	4,45	96	4,42	98	4,38
Продукт з бета-каротином із жиророзчинного препарату											
1	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	16	6,68	88	4,50	90	4,48	90	4,46	94	4,43
2	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>B. bifidum</i>	16	6,68	90	4,52	90	4,50	92	4,47	96	4,43
3	<i>S. thermophilus</i> та <i>L. del-brueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> + <i>L. acidophilus</i>	16	6,68	92	4,45	94	4,41	98	4,37	100	4,32

Проаналізувавши дані за показниками кислотності, можна зробити висновок, що препарати бета-каротину знижують кислотність, що титрується, та підвищують рН продуктів, які отримані шляхом сквашування молочнокислими мікроорганізмами та біфідобактеріями. Причому водорозчинний препарат провітаміну А у більшому ступені знижує кислотність та підвищує рН продуктів. Можливо це пояснюється складом препарату, а саме – наявністю певних антиоксидантів.

Також при збагаченні продукту бета-каротином як з препарату „Бетавітон”, так і з препарату „Бета-каротин мікробіологічний (Провітамін А) в олії”, у випадку використання закваски з першої та з другої серії дослідів, кислотність йогурту майже однакова. Дещо вища кислотність, що титрується, та нижча рН для продукту, який заквашено культурами термофільного стрептококу та болгарської палички з додаванням ацидофільної палички. Даний факт пояснюється тим, що *Lactobacillus acidophilus* є сильним кислотоутворювачем.

Аналіз показників кислотності продуктів говорить про вплив на них присутності препаратів бета-каротину. Невідомо чи компоненти препаратів бета-каротину взаємодіють зі складовими частинами молочного середовища і тим самим впливають на зміну кислотності продукту, чи впливають на кількість молочнокислих мікроорганізмів у продукті (тобто на їх активність розмноження), чи впливають на їх здатність продукувати молочну кислоту. Тому наступним етапом дослідження було проаналізовано кількість молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій у йогуртному продукті. Дані аналізу подані у табл. 3.

Таблиця 3 – Кількість молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій у йогуртному продукті з мікробіологічним бета-каротином у процесі зберігання

Серія дослідів	Мікроорганізми закваски, кількість яких визначається	Кількість мікроорганізмів у продукті, КУО/г			
		Після охолодження	24 год зберігання	48 год зберігання	72 год зберігання
Продукт без додавання бета-каротину					
1	<i>Str. thermophilus</i> ma <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	$(5,3 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(5,1 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(5,1 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(5,0 \pm 0,1) \cdot 10^8$
2	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$(6,6 \pm 0,1) \cdot 10^6$	$(6,4 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$(6,4 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(6,3 \pm 0,2) \cdot 10^6$
3	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$(5,8 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(5,7 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(5,7 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(5,7 \pm 0,2) \cdot 10^7$
Продукт з бета-каротином із водорозчинного препарату					
1	<i>Str. thermophilus</i> ma <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	$(3,4 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(3,4 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(3,2 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$(3,0 \pm 0,2) \cdot 10^8$
2	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$(4,8 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(4,8 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(4,7 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(4,5 \pm 0,1) \cdot 10^6$
3	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$(2,5 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(2,4 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(2,2 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(2,2 \pm 0,1) \cdot 10^7$
Продукт з бета-каротином із жиророзчинного препарату					
1	<i>Str. thermophilus</i> ma <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	$(4,1 \pm 0,3) \cdot 10^8$	$(4,0 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$(3,8 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$(3,7 \pm 0,3) \cdot 10^8$
2	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$(6,0 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(5,9 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$(5,9 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(5,8 \pm 0,2) \cdot 10^6$
3	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$(3,7 \pm 0,1) \cdot 10^7$	$(3,7 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(3,6 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(3,5 \pm 0,1) \cdot 10^7$

Як видно з даних таблиці 3 використання бета-каротину як з водо- так і з жиророзчинного препаратів дещо знижує загальну кількість молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій, порівняно із зразками без провітаміну А біотехнологічного походження. Даний факт можна пояснити або дією безпосередньо бета-каротину, або компонентів препаратів на фактори культивування даних мікроорганізмів в молоці. Проте при використанні обох форм препаратів відбувається зниження активності розмноження бактерій, тому, можливо, саме бета-каротин впливає на зниження даної активності. При цьому використання водорозчинного препарату у складі продукту у більшому ступені знижує кількість мікроорганізмів у порівнянні з продуктом без додавання бета-каротину, ніж використання жиророзчинного. Це можна пояснити тим, що олія, яка є складовим компонентом жиророзчинного препарату бета-каротину, містить фолієву кислоту та ніацин. Дані речовини є факторами росту для *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Lactobacillus acidophilus*, а фолієва кислота є одним з факторів росту *Bifidobacterium bifidum*. Проте, слід відмітити, що загальна кількість мікроорганізмів після 72 годин зберігання відповідає вимогам стандарту, тобто зниження дієтичних та лікувально-профілактичних властивостей продукту з точки зору присутності корисної мікрофлори практично не відбувається. Збільшення кількості корисних мікроорганізмів у продукті, а відповідно і строку зберігання продукту, можна досягти використанням більш ефективних заквасок. Також з даних таблиці видно, що присутність препаратів бета-каротину не впливає на зниження кількості бактерій протягом терміну зберігання продукту. Таким чином, при відносно постійній кислотоутворюючій здатності мікроорганізмів закваски для йогурту, можна говорити про вплив присутності бета-каротину на кислотність середовища в результаті зниження кількості молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій у складі продукту під час сквашування (у порівнянні з кількістю бактерій у продукті без мікробіологічного бета-каротину).

Висновки

1. Результати дослідження показали, що бета-каротин біотехнологічного походження може руйнуватися в процесі сквашування йогуртного продукту. Руйнування провітаміну А в процесі ферментації складає $(2,43-6,26) \%$ з водорозчинного препарату та $(4,09-7,65) \%$ з жиророзчинного. При цьому бактеріальний склад заквасок майже не впливає на збереження мікробіологічного провітаміну А. Однак, використання *Bifidobacterium bifidum* у складі закваски для йогурту є бажаним через те, що відсоток збереження бета-каротину в процесі сквашування в даному випадку вищий (в середньому на 2-7 %) та в процесі зберігання продукту провітамін А не так інтенсивно руйнується, ніж при використанні інших комбінацій мікроорганізмів у складі закваски.

2. Препарати бета-каротину знижують кислотність, що титрується, та підвищують рН продуктів, що отриманні шляхом сквашування молочнокислими мікроорганізмами та біфідобактеріями.

3. Використання бета-каротину як з водо- так і з жиророзчинного препаратів дещо знижує активність розмноження молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій.

4. При відносно постійній кислотоутворюючій здатності мікроорганізмів закваски для йогурту, можна говорити про вплив присутності бета-каротину на кислотність середовища в результаті зниження активності розмноження молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій.

5. При подальшому дослідженні буде проаналізовано вплив інших факторів технологічного процесу виробництва йогуртних продуктів на збереження бета-каротину з обраних препаратів та будуть підібрані антиоксиданти, що забезпечуватимуть регламентовану кількість провітаміну А протягом терміну зберігання продуктів.

Література

1. Про затвердження „Концепції поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення”: розпорядження Кабінету Міністрів України №332-р: [прийняте 26.05.2004].
2. Витамины и их роль в повышении пищевой ценности молока и молочных продуктов / Ф.А.Вышемирский, Н.В. Смурыгина, В.И. Еремина, Н.Ю. Соколова. – М.:Агро НИИТЭИММП, 1987. – 36с.
3. Васютювич, Е.В. Разработка и исследование технологии производства кисломолочных напитков с бета-каротином. Дис. канд. техн. наук : 05.18.04 / Васютювич Елена Валерьевна. – Кемерово, 1997. – С.122.
4. Беркетова, Л.В. Разработка технологии получения водорастворимой формы бета-каротина и ее применение в пищевой промышленности. Дис. канд. техн. наук : 03.00.23 / Беркетова Лидия Владиславовна. – Москва, 1998. – 143с. – .: С.87–118.
5. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання.
6. ГОСТ 9225-84. Молоко и молочные продукты Методы микробиологического анализа.
7. ГОСТ Р 30627.1–98. Продукты молочные для детского питания. Метод измерения массовой доли витамина А.
8. ГОСТ 8756.22–80. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина.
9. ГОСТ 5867–90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.
10. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
11. ГОСТ 10444.11-89 Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов.
12. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови
13. ГОСТ Р 51331-99. Продукты молочные. Йогурты. Общие технические условия.

УДК 664.36 + 664.34

ПОЛІПШЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ СПРЕДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ ОЛІЙ

Родак О. Я., аспірант
Львівська комерційна академія, м. Львів

Наведено шляхи оптимізації жирнокислотного складу спрейдів. Розроблено нові спрейдів підвищеної біологічної ефективності з використанням нетрадиційних видів олій.

The ways of optimization of fat and acid composition of spreads are resulted. The new are developed the spreads promoted biological efficiency with the use of untraditional types of oils.

Ключові слова: біологічна ефективність, жирнокислотний склад, лляна олія, нетрадиційні види олій, поліненасичені жирні кислоти, споживні властивості, спред.

Важливе значення в раціоні харчування сучасної людини належить харчовим жирам, зокрема вершковому маслу. Однак, молочний жир характеризується низьким вмістом незамінних поліненасичених жирних кислот і високим рівнем холестерину [1]. Тому, сьогодні, активно розробляються рецептури комбінованих жирових продуктів – спрейдів, у яких молочний жир замінено жиром немолочного походження [2].

Одним із напрямків поліпшення жирнокислотного складу та харчової цінності спрейдів є застосування нетрадиційних видів рослинних олій, наприклад, кісточкових, зернових, горіхоплідних та ін. [3].

Розроблено рецептури вершково-рослинних спредів підвищеної біологічної ефективності з доданням томатно-олійного екстракту. У цьому спрямуванні науково обґрунтовано та експериментально доведено позитивний вплив томатно-олійного екстракту на споживні властивості, зокрема харчову та фізіологічну цінність [4].

Встановлено, що внесення до складу вершкового масла 0,3 % олії горобини звичайної сприяє збільшенню в продукті ненасичених жирних кислот, каротиноїдів і фосфоліпідів [5].

Проведені дослідження, спрямовані на отримання спредів із жировою основою “ідеального” складу, зокрема з оптимальним співвідношенням поліненасичених жирних кислот групи ω -6 й ω -3 [6]. Створено ряд жирових основ, які містять молочний жир і рідкі купазовані олії: соняшникову, гарбузову та розторопші; гірчичну, гарбузову і розторопші; соняшникову, лляну й росторопші; соняшникову, олію із зародків пшениці та розторопші [7, 8]. В інших композиціях, поряд із молочним жиром, використовували олії: соєву, оливкову, соняшникову високоолеїнову, ріпакову безерукову, кукурудзяну, червону пальмову, горіхову та ін. [9 - 11].

Останні десятиліття ХХ століття ознаменувались інтенсивними дослідженнями поліненасичених жирних кислот групи ω -3, які виявляють широкий спектр лікувально-профілактичних властивостей. Ці кислоти містяться, в основному, у жирі морських риб. Найбагатшим рослинним джерело ПНЖК групи ω -3 є лляна олія [12]. Жирнокислотний склад лляної олії представлено в табл. 1 [13].

Таблиця 1 – Жирнокислотний склад лляної олії

Найменування жирних кислот	Вміст, %	Середній вміст, %
Насичені жирні кислоти:		9,0
C _{14:0} (міристинова)	сліди (0,05)	-
C _{16:0} (пальмітинова)	4 – 7	5,5
C _{17:0} (маргарінова)	сліди (0,08)	-
C _{18:0} (стеаринова)	2 – 5	3,5
C _{20:0} (арахінова)	сліди	-
Мононенасичені жирні кислоти:		22,0
C _{16:1} (пальмітолеїнова)	сліди (0,08)	-
C _{18:1} (олеїнова)	12 – 34	22,0
Поліненасичені жирні кислоти:		69,0
C _{18:2} ω -6 (лінолева)	14 – 20	12,0
C _{18:3} ω -3 (ліноленова)	35 – 65	52,0

Особливістю жирнокислотного складу насіння льону є широкі його коливання, залежно від району та умов вирощування. За умов середнього вмісту понад 50 % кислот ω -3 лляна олія майже вдвічі переважає за харчовою цінністю рибаційний жир. За даними дієтологів, рекомендоване співвідношення у раціоні ω -6 до ω -3 жирних кислот становить для від 10:1 до 3:1. Оскільки в лляній олії жирні кислоти групи ω -3 більше ніж у три рази перевищують вміст кислот ω -6, споживаючи таку олію можна забезпечити в раціоні дієтично збалансоване співвідношення ω -3 : ω -6 жирних кислот [13, 14].

Наукові клінічні дослідження показують, що ПНЖК групи ω -3, які входять до складу лляної олії, позитивно впливають на організм під час різноманітних захворювань. У хворих на серцево-судинну систему вони знижують кров'яний тиск і високий рівень холестерину в крові й тригліцерину відповідно на 25 і 35 %.

Комплекс ω -3 жирних кислот ефективний у лікуванні та профілактиці артритів. Лляна олія лікує астму на ранніх стадіях, допомагає знизити алергічну реакцію. Вона корисна за наявності таких запальних процесів як менінгіт, бурсит, тонзиліт, гастрит, коліт, простатит, нефрит, гепатит, панкреатит. Олія допомагає ниркам виводити натрій і воду, полегшує лікування захворювань шкіри та позитивно впливає на її стан. Також лляна олія допомагає у разі розсіяного склерозу, діабету, ожиріння, ω -3 жирні кислоти необхідні для профілактики зору (сітківка ока), посилення функцій надниркової залози (стрес) [15].

Враховуючи вищенаведене, нами розроблено рецептуру та виготовлено в промислових умовах новий спред “Оригінальний” з включенням до складу його жирової основи 10 % лляної олії. Це дозволило суттєво поліпшити жирнокислотний склад готового продукту, порівняно з контролем (спред без додання лляної олії). Дані відображено в табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика жирнокислотного складу нового спреду “Оригінальний” та контрольного зразка

Найменування жирних кислот	контроль		“Оригінальний”	
	г/100 г	%	г/100 г	%
Насичені жирні кислоти:	37,101	56,850	36,087	49,610
у тому числі:				
C _{10:0} (капринова)	1,613	2,471	1,165	1,602
C _{12:0} (лауринова)	2,096	3,212	1,477	2,031
C _{14:0} (міристинова)	6,381	9,777	4,606	6,331
C _{16:0} (пальмітинова)	17,877	27,393	21,283	29,259
C _{18:0} (стеаринова)	6,544	10,028	5,492	7,550
Мононенасичені жирні кислоти:	21,058	32,265	23,636	32,495
у тому числі:				
C _{18:1} (олеїнова)	17,346	26,579	20,847	28,659
Поліненасичені жирні кислоти:	7,103	10,885	13,017	17,896
у тому числі:				
C _{18:2} (лінолева)	6,012	9,213	10,767	14,802
C _{18:3} (α -ліноленова)	0,458	0,702	1,562	2,148
C _{20:4} (арахідонова)	0,269	0,412	0,377	0,519
C _{22:5} (докозапентаєнова)	-	-	0,051	0,070
Загальна кількість жирних кислот:	65,26	100,00	72,74	100,00
Трансізомери жирних кислот	0,152	0,233	0,107	0,148

З наведених даних видно, що включення до складу спреду “Оригінальний” лляної олії сприяло підвищенню в ньому поліненасичених жирних кислот на 45,4 %, порівняно з контрольним зразком.

На відміну від діючого в Україні ДСТУ 4445:2005, у Росії новий національний ГОСТР на спред визначає вміст фізіологічно цінної лінолевої кислоти в складі їх жирової основи на рівні не нижче 5 %. Масова частка лінолевої кислоти у жировій основі нового спреду “Оригінальний” перевищувала вищезазначену норму майже втричі.

Використання лляної олії у складі жирової основи спреду “Оригінальний” дозволило підвищити вміст ліноленової кислоти в 3,1 рази, у порівнянні з контролем. Масова частка арахідонової кислоти у новому спреді була приблизно на однаковому рівні з контрольним зразком.

В останні роки, у зв'язку з встановленим особливим значенням окремих поліненасичених жирних кислот для тривалого здорового життя людини, проводяться інтенсивні дослідження пов'язані з оцінкою співвідношення ω -6 : ω -3. До групи ω -6 відноситься лінолева, γ -ліноленова і арахідонова жирні кислоти. До групи ω -3 – α -ліноленова, ейкозапентаєнова, а також жирні кислоти, які досить важко аналізуються хімічним шляхом – докозапентаєнова та докозагексаєнова.

З даних табл. 2 видно, що у спреді “Оригінальний”, який містять як джерело ПНЖК групи ω -3 лляну олію, співвідношення між ω -6 і ω -3 жирними кислотами становило 7:1, що відповідає рекомендованим нормам.

Сьогодні серйозною проблемою для дієтологів є показник вмісту трансізомерів жирних кислот, які вважаються однією з головних причин розвитку багатьох захворювань століття. Вміст трансізомерів жирних кислот у новому спреді “Оригінальний” не перевищував 1 %, що відповідає не лише вітчизняним, а й європейським нормам. Низький вміст трансізомерів у готовій продукції пов'язаний з відсутністю у її складі гідрогенізованих жирів, які є основним джерелом цих шкідливих сполук.

Висновки

Результати досліджень показали, що додання до складу спреду “Оригінальний” лляної олії сприяло значному поліпшенню його жирнокислотного складу, зокрема підвищенню вмісту біологічно цінних незамінних поліненасичених жирних кислот. Відсутність у рецептурі нового спреду гідрогенізованих жирів забезпечило мінімальний вміст трансізомерів жирних кислот у готовому продукті.

Література

1. Вышемирский Ф.А. Совершенствование ассортимента масла из коровьего молока и его аналогов / Ф.А. Вышемирский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 2. – С. 66 – 70.

2. Дунаев А.В. Актуальность и особенности производства комбинированного масла / А.В. Дунаев // Молочное Дело. – 2006. – № 7. – С. 54 – 55.
3. Скрыбина Н.М. Научно обоснованные методы разработки рецептур жировых продуктов / Н.М. Скрыбина, А.П. Нечаев // Масложировая промышленность. – 2006. – № 5. – С. 28 – 29.
4. Дроздов А.Н. Разработка рецептур и оценка потребительских свойств сливочно-растительных спредов повышенной пищевой ценности: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / А.Н. Дроздов. – Краснодар, 2005. – 25 с.
5. Сент-Аблева С.К., Носова Л.Н. Физико-химические показатели качества сливочного масла с рябиновыми добавками : сб. научн. работ Кемер. технол. ин-та пищ. пром-сти. – Кемерово : Изд-во Камер. технол. ин-т пищ. пром-сти, 2001. – № 3. – С. 35.
6. Купажированные растительные масла в производстве спредов для здорового питания / А.П. Нечаев, В.В. Тарасова, О.Н. Олейникова [и др.] // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 22 – 23.
7. Табакаева О.В. Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / О.В. Табакаева, Т.К. Каленик // Масложировая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 21 – 22.
8. Терещук Л.В. Оптимизация состава жировых композиций для спредов / Л.В. Терещук, А.В. Каменских, Т.Л. Мулюзянова // Молочная промышленность. – 2007. – № 9. – С. 67 – 69.
9. Специализированные смеси растительных масел функционального назначения / С.Н. Никонович, Т.И. Тимофенко, И.В. Спильник [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 2- 3. – С. 73 – 75.
10. Григорьева В.Н. Смеси растительных масел – биологически полноценные продукты / В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицын // Масложировая промышленность. – 2005. – № 1. – С. 9 – 10.
11. Растительные жиры в школьном питании / З.С. Зобкова, С.А. Щербакова, Д.В. Зенина [и др.] // Молочная промышленность. – 2007. – № 6. – С. 38 – 39.
12. Антиоксидантная активность льняного масла / Н.Н. Прозоровская, И.Ф. Русина, В.Л. Лупинович [и др.] // Вопросы питания. – 2003. – № 2. – С. 13 – 18.
13. Табакаева О.В. Новые виды растительных масел как источники полиненасыщенных жирных кислот и селена / О.В. Табакаева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 6. – С. 33 – 37.
14. Льняное и кунжутное масло – растительный источник “эссенциальных” кислот / Л.П. Пашенко, О.Б. Рудаков, А.С. Прохорова [и др.] // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2004. – № 3. – С. 52 – 54.
15. Степнова А.Э. Льняное масло – перспективный компонент для создания продуктов на его основе / А.Э. Степнова // Все о мясе. – 2006. – № 3. – С. 40.

УДК 637.2

КОНСИСТЕНЦІЯ МАСЛА, ВИГОТОВЛЕНОГО З МОЛОКА КОРІВ, ЯКИМ ЗГОДОВУВАЛИ НАСІННЯ РІПАКУ

**Цісарик О.Й., канд. біол. наук, доцент
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького**

Наведено та проаналізовано результати досліджень властивостей масла, виготовленого з молока корів, до складу раціонів яких входило повноскладове насіння ріпаку як ліпідна добавка. Показано, що під впливом згодовування коровам ріпакового насіння змінюється жирнокислотний склад молочних ліпідів, зумовлюючи підвищення їхньої біологічної цінності. При цьому змінюються структурні показники масла – за низьких плюсових температур підвищується його м'якість та пластичність порівняно з контролем. Вказані зміни є бажаними для споживачів.

Data about properties of butter, received from cows' milk, which diets contain full fat rapeseeds, are given and analyzed. Under the feeding of cows rapeseeds milk fatty acid composition altered to a profile, which is more beneficial for human health. Butter from milk of cows, which fed rapeseeds, was softer and more spreadable at refrigeration temperature than butter from milk of controlled-fed cows. These changes are favourable for consumers.

Ключові слова: масло, жирнокислотний склад, консистенція, термостійкість, молоко, корови, насіння ріпаку

Покращення показників консистенції вершкового масла – підвищення за низьких плюсових температур його м'якості та пластичності – є актуальним питанням молочної індустрії [1]. Серед багатьох прихильників маргарину саме вища його м'якість та пластичність є головним мотивом споживання [1]. Ці властивості перебувають у прямій залежності від жирнокислотного складу ліпідів молока [2]. Для отримання масла більш м'якої консистенції використовують змішування молочного жиру із рослинними оліями [3]. Крім того, для зміни температури плавлення молочного жиру в продуктах застосовують фізичні способи (температурне фракціонування), хімічні способи (переестерифікація за різних температур з різними каталізаторами), а також ензиматичну переестерифікацію з утворенням триацилгліцеролів іншої молекулярної маси і насиченості [4]. Однак, т.зв. «післяфермська» модифікація складу молочного жиру зазнає щораз більше справедливої критики, потужним аргументом якої є особливі смаково-ароматичні властивості натурального масла [5] та відкриття біологічної ролі багатьох міnorних компонентів молочного жиру [6,7], наділених унікальними біологічними властивостями, позитивний вплив на здоров'я людини яких експериментально підтверджений [8,9].

Покращення біологічної цінності та структурних властивостей масла можна успішно досягти шляхом зміни раціонів дійних корів. Модифікацію жирнокислотного складу молочного жиру здійснюють з метою зниження частки середньоланцюгових жирних кислот, які володіють атерогенними і тромбогенними властивостями, та підвищення частки ненасичених кислот [10]. Особливі зусилля науковців в останні роки спрямовані на збагачення молочного жиру ізомерами жирних кислот цис-9, транс-11 C18:2 та транс-11 C18:1 [11]. Для моделювання жирнокислотного складу молочного жиру коровам згодовують насіння та олію олійних рослин [8], в тому числі, ріпака [12] або риб'ячу олію [13].

Крім підвищення біологічної цінності, модифікація жирнокислотного профілю молочного жиру змінює його фізичні і хімічні властивості, в першу чергу, твердість, температуру плавлення, пластичність, окисдантну стабільність та аромат [14]. Жирнокислотний склад молочного жиру особливої модифікації потребує у стійловий період утримання, коли він містить вищу частку насичених жирних кислот, що істотно впливає на його фізичні властивості. Так, зміна йодного числа молочного жиру на 3 % зумовлює зміну твердості масла на 50 % [15].

Питанню модифікації жирнокислотного складу та його впливу на структурні показники масла присвячено багато досліджень, особливо в останні роки [16]. Встановлено, що використання в годівлі корів різних видів і форм ліпідних добавок має особливий вплив не тільки на жирнокислотний склад молочного жиру, але і на інші його властивості, наприклад, розташування жирних кислот у триацилгліцерилах [12]. Це, у свою чергу, визначає особливості поведінки ліпідів при виробництві масла, зокрема, кристалізаційної, та впливає на показники консистенції готового продукту [14]. Тому метою нашої роботи було дослідити структурні показники вершкового масла, виготовленого із молока корів, яким згодовували подрібнене повноскладове насіння ріпаку.

Матеріал та методи досліджень. Дослід було проведено методом груп-періодів у агрофірмі «Оршівська» Чернівецької області в умовах стійлового утримання на двох групах корів – контрольній та дослідній, по 6 голів у групі. Дослід проведено на високопродуктивних коровах червоно-рябої української породи, які були аналогами за віком, продуктивністю та стадією лактації. У підготовчому періоді всі тварини утримувались на однаковому, збалансованому згідно норм, раціоні. Під час дослідного періоду (60 днів) коровам дослідної групи 10 % протеїну раціону було замінено насінням ріпаку низькоглюкозинолатного безерукового сорту Дангал, за рахунок чого кількість жирних кислот, домінуючими серед яких є олеїнова, лінолева та ліноленова, зросла в їхньому раціоні на 400 г/добу.

Один раз у підготовчому та двічі у дослідному періодах відбирали зразки молока для біохімічних досліджень, а також по 5 л молока середньодобового надою від кожної корови для виготовлення масла.

Екстрагування ліпідів молока для визначення жирнокислотного складу проводили за Блайєм і Дайєром. Жирнокислотний склад ліпідів досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560 (95 % biscyanopropyl/5% cyanopropylphenyl polysiloxane, Supelco).

Молоко піддавали сепаруванню для отримання вершків з масовою часткою жиру (32-35) %. Вершки пастеризували за температури 100 °C без витримання, піддавали фізичному визріванню за температури +6 °C впродовж восьми годин, після чого підігрівали на водяній бані до температури +10 °C і збивали. Визначали тривалість збиття вершків. Масову частку жиру в маслі доводили до 82 %. Зразки масла, виготовленого з молока корів контрольної та дослідної групи, відповідно також було розділено на контрольні та дослідні.

Масло пакували в полістиролові скляночки ємністю 200 мл та зберігали в холодильнику за температури +4 °С. Зразки масла оцінювали органолептично, аналізуючи смак і аромат, консистенцію і зовнішній вигляд та колір. Твердість та пластичність масла визначали методом, запропонованим Міжнародною Молочною Федерацією, за допомогою пенетрометра власного виготовлення за рекомендаціями [2]. Він складається із індентора у вигляді конуса з кутом при вершині 40 та мікрометричного індикатора з точністю 0,01 мм, закріплених на штативі. Вільний хід конуса забезпечувався підшипниками. Бюкс наповнювали маслом, поверхню ретельно вирівнювали і термостатували 24 години за температури +4 °С. Бюкс поміщали на столику, що піднімається, до зіткнення з нижнім кінцем конуса. Після цього знімали гальмівний пристрій, і конус занурювався в масло. Фіксували глибину заглиблення за 5, 15, 30, 60, 90 і 120 с. Напруження зсуву масла визначали за 5 і 15 с занурення за формулою

$$p = \frac{mg}{pd^2 \operatorname{tg}^2 a}, \text{ кПа,}$$

де m – повна маса рухомої частини пенетрометра, кг; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; d – глибина занурення конуса, мм; a – половина кута конуса пенетрометра [2].

Термостійкість масла визначали за його здатністю зберігати форму за підвищених температур. Як показник термостійкості використовували відношення початкового діаметра основи циліндрика, вирізаного з масла, до його діаметра після термостатування впродовж 2 годин за температури +30 °С. Користувалися шкалою оцінки термостійкості масла: добра – 1,0-0,86; задовільна – 0,85-0,70; незадовільна – менше 0,70 [17].

Результати досліджень. Масло, виготовлене з молока корів контрольної і дослідної, груп не відрізнялось істотно за органолептичними показниками. Воно характеризувалось чистим, добре вираженим вершковим з присмаком пастеризації смаком і ароматом, жовтим, однорідним за всією масою кольором. У роботі Гонзалеса і співавт. показано, що масло із вищою часткою ненасичених жирних кислот має світліше забарвлення [14]. Це пов'язують із окисненням хромофорів, як наслідок зниженої антиоксидантної стабільності такого масла [18]. Однак, нашими попередніми дослідженнями показано, що масло, виготовлене із молока корів, яким згодовували ріпакове насіння, завдяки високому вмісту в ньому антиоксидантів, не проявляло підвищену схильність до процесів окиснення [19].

Згодовування ріпакового насіння істотно вплинуло на жирнокислотний склад молочних ліпідів. Важливо підкреслити, що вірогідно зросла частка ненасичених жирних кислот у складі ліпідів молока корів дослідної групи (за 3 тижні дослідного періоду на 5,31 %, за 6 тижнів – на 6,35 % проти контролю); істотно знизилась частка кислот С12-С16; а також проявилась чітко виражена тенденція до підвищення частки жирних кислот п3 (табл.). Крім того, зріс вміст транс-11 С18:1 та цис-9, транс-11 С18:2 ізомерів у складі молочного жиру корів, які отримували ріпакове насіння (дані не приведені). Наші результати кореспондуються з літературними [20,21]. Вказані зміни у жирнокислотній композиції молочного жиру корів дослідної групи свідчать про підвищення його біологічної цінності.

Таблиця – Показники жирнокислотного складу ліпідів молока піддослідних корів, %, ($M \pm m$, $n=6$)

Жирні кислоти	Групи	Періоди дослідю		
		Підготовчий	3 тижні згодовування	6 тижнів згодовування
C4-C10	К	10,97±0,71	10,76±0,34	11,58±0,32
	Д	10,56±0,57	9,93±0,684	11,25±0,17
C12-C16	К	48,50±3,44	48,51±1,58	52,62±0,60
	Д	45,23±2,30	41,81±1,60*	41,34±0,71***
C18	К	36,54±3,50	37,0±1,42	32,25±0,71
	Д	40,76±2,14	44,38±2,19*	44,38±0,82**
> C18	К	0,68±0,024	0,59±0,068	0,49±0,026
	Д	0,61±0,062	0,69±0,047	0,56±0,024
Сума ненасичених	К	31,42±3,31	29,98±0,89	27,08±0,70
	Д	31,10±1,29	35,29±1,04***	33,43±0,15***
п6	К	2,94±0,33	2,77±0,49	2,33±0,08
	Д	2,42±0,034	2,66±0,49	2,48±0,32
п3	К	0,30±0,06	0,28±0,01	0,24±0,01
	Д	0,30±0,02	0,31±0,02	0,26±0,03

Зміна жирнокислотного складу відобразилась на показниках консистенції вершкового масла. Масло, виготовлене із молока корів, які отримували ріпакове насіння, відзначалось більшою глибиною проникнення конуса пенетрометра за температури +4 °C (рис. 1, б, в), причому із перебігом досліду ця відмінність посилювалась. Глибина проникнення конуса асоціюється із твердістю масла [2,22]. Про підвищення м'якості масла, виготовленого з молока корів, яким згодовували ліпідні добавки, збагачені ненасиченими жирними кислотами, в тому числі, і ріпакового насіння [20], повідомляється у низці робіт [16, 22-24].

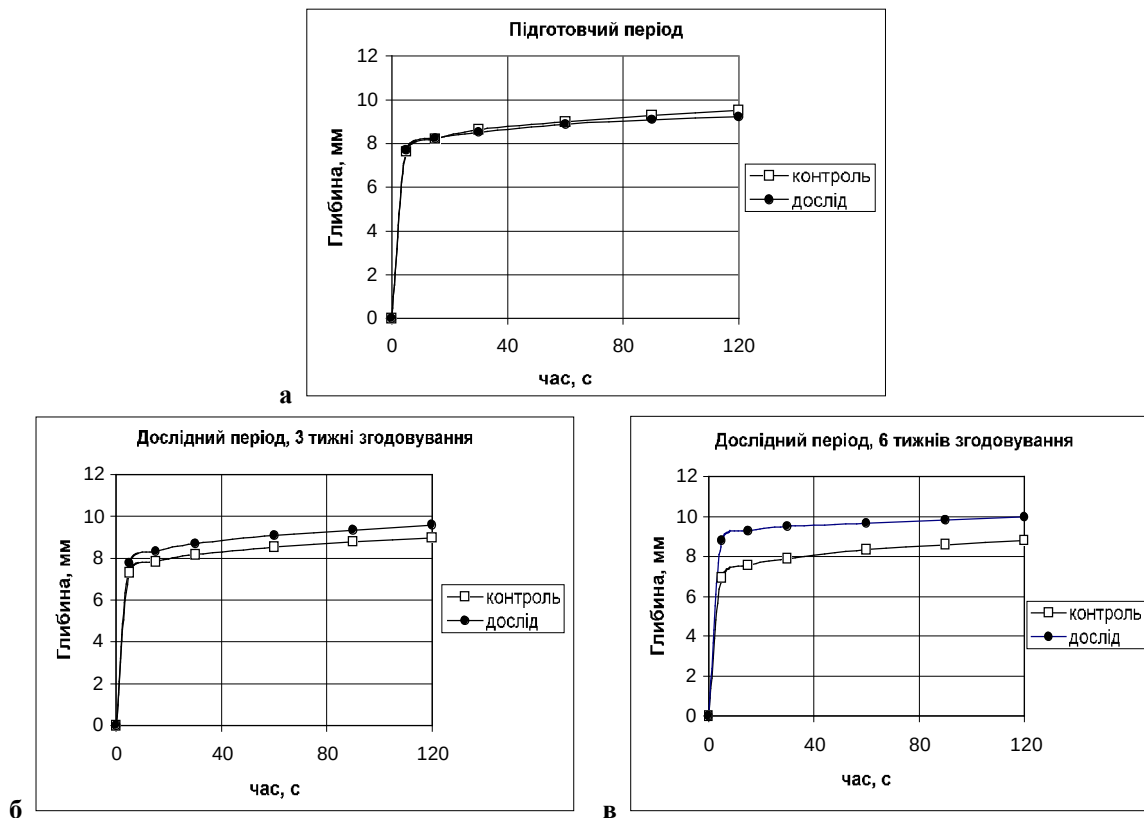


Рис. 1 – Глибина проникнення конуса пенетрометра у масло за температури +4 °C

Напруження зсуву масла асоціюється з його пластичністю [2]. У підготовчому періоді показники напруження зсуву за 5 та 15 с проникнення конуса пенетрометра у масло контрольних та дослідних зразків були близькими (рис. 2), а у дослідному періоді вони були нижчими на (14 та 50) % для дослідних зразків порівняно з контролем на першому та другому етапах дослідного періоду, відповідно. Більш істотні відмінності вказаних показників після 6-ти тижнів згодовування ріпакового насіння зумовлені вищою часткою ненасичених жирних кислот у складі молочних ліпідів у цей період, про що зазначено вище. Недавніми дослідженнями встановлено високий негативний ступінь кореляції (-0,74) між міцністю структури масла та відношенням C16:0/C18:1 жирних кислот у його складі; яке названо індексом пластичності [25]. Нами встановлено, що цей індекс становить у дослідних зразках масла 1,20 проти 1,30 у контрольних у підготовчому періоді, а після 3-х та 6-ти тижнів згодовування, відповідно, 0,95 проти 1,33 та 0,94 проти 1,60.

Підвищення м'якості масла супроводжується зниженням його термостійкості. Згідно з нашими результатами, зразки масла, отриманого з молока корів, які отримували ріпакове насіння, характеризуються зниженою термостійкістю (рис. 3), однак згідно шкали, вона знаходиться в межах «задовільної» (0,7-0,85). У роботі Бейоарса і співавт. встановлено при вивченні впливу згодовування ріпакового насіння у різних формах на структурні показники масла, що його м'якість при низьких позитивних температурах зростає, однак при кімнатній температурі не зазнає істотних змін, і не проявляється вада – оліїстість [20].

Згодовування різних видів ліпідних добавок має подібний вплив на рівень насиченості жирних кислот, але різний на жирнокислотний профіль [22], причому різниці у жирнокислотній композиції масла не завжди є достатніми для досягнення відмінностей у його консистенції [26]. Кількість подвійних зв'язків у жирних кислотах впливає на температуру плавлення і окисидантну стабільність, тоді як розташування жирних кислот у триацилгліцерилах визначає кристалізаційну поведінку і температуру плавлення [14].

Встановлено, що зміна структури триацилгліцеролів під впливом кормових ліпідних добавок може впливати на зміну температури плавлення молочного жиру в межах 5 °С [12]. Стереоспецифічне розташування жирних кислот у триацилгліцерилах має значення також для здоров'я. Наприклад, підвищення кількості пальмітинової олії у 2-му положенні при згодовуванні бавовняної олії сприяє зростанню атерогенних ризиків у кроликів [27], тоді як, при згодовуванні ріпакової олії зменшувалась частка жирних кислот С16:0, а натомість зростала С18:0 і цис-С18:1, естерифікованих у 2-му положенні, порівнюючи із контролем [12].

Слід зазначити, що на структурні властивості масла мають вплив, крім годівельних, також інші чинники. Так, у дослідях при згодовуванні рибу'ячої олії та насіння сої показано, що масло, виготовлене із молока тварин із спадковою схильністю до вищого вмісту середньоланцюгових жирних кислот у складі молочного жиру, мало нижчу схильність до розтікання при згодовуванні їм рибу'ячої олії порівняно з контролем, натомість, масло, виготовлене з молока корів, відселекціонованих за низьким вмістом вказаних кислот, характеризувалось вищою схильністю до розтікання при згодовуванні їм ліпідних добавок порівняно з контрольними зразками [22].

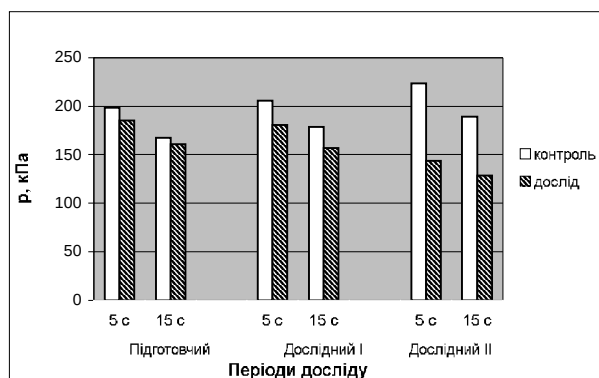


Рис. 2 – Напруження зсуву масла



Рис. 3 – Термостійкість масла

(Примітка: Дослідний I – 3 тижні згодовування; Дослідний II – 6 тижнів згодовування)

Важливою технологічною характеристикою вершків при виробництві масла є швидкість їхнього збиття. Нами встановлено, що вершки, отримані з молока корів, яким згодовували ріпакове насіння, відрізнялися від контрольних меншою тривалістю збиття ($p < 0.01$) впродовж усього дослідного періоду. Відомо, що вершки із вищим вмістом ненасичених жирних кислот мають коротшу тривалість збиття [27]. Однак істотний вплив відіграє тип ліпідних добавок, наприклад, у згаданій уже роботі [22] показано, що найнижчу тривалість збиття мали вершки від корів, які отримували насіння сої, а найвищу – рибу'ячу олію. Про вплив типу ліпідних добавок на швидкість збиття повідомляють також інші автори [14].

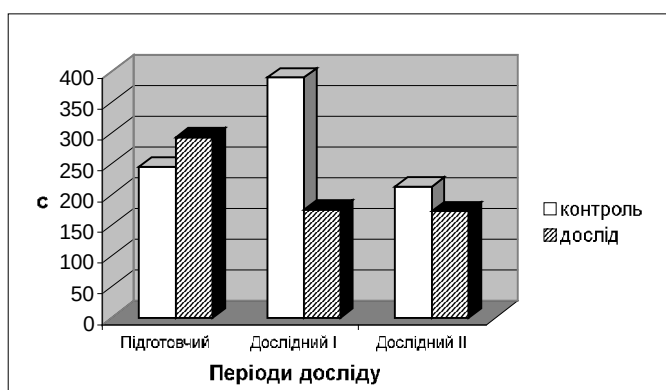


Рис. 4 – Тривалість збиття вершків у масло

Висновки. Включення до раціонів дійних корів повноскладового насіння ріпаку в дозі, що відповідає 2,7 % жиру в сухій речовині раціону, здійснює позитивний вплив на структурні показники масла, що зумовлено зміною жирнокислотної композиції молочного жиру. Масло, виготовлене з молока корів, яким згодовували ріпакове насіння, характеризується вищою м'якістю та пластичністю, однак нижчою, в рам-

ках задовільної, термостійкістю. Зміни жирнокислотного складу молочного жиру за згодовування коровам ріпакового насіння мають позитивний вплив на його біологічну цінність.

Література

1. Krause A.J., Lopetcharat K., Drake M.A. Identification of the characteristics had drive consumer liking of butter // *J. Dairy Sci.* – 2007. – 90. – P. 2091-2102.
2. Wright A.J., Marangoni A.G. Crystallization and rheological properties of milk fat / In *Advanced Dairy Chemistry Vol. 2: Lipids*, 3rd ed. Ed by Fox P. F. and McSweeney P. L. H. – New York: Springer, 2006. – P. 245-282.
3. Rousseau D., Forestiere K., Hill A.R., Marangoni A.G. Restructing butterfat through blending and chemical interesterification. I. melting behavior and triacylglycerol modifications // *J. Am. Oil. Chem. Soc.* – 1996. – 73. – P. 963-972.
4. Augustin M.A., Versteeg C. Milk fat: physical, chemical and enzymatic modification /In *Advanced Dairy Chemistry Vol. 2: Lipids*, 3rd ed. Ed by Fox P. F. and McSweeney P. L. H. – New York: Springer, 2006. – P. 293-332.
5. Hillbrick G., Augustin M.A. Milkfat characteristics and functionality: Opportunities for improvement // *Aust. J. Dairy Technol.* – 2002. – 57. – P. 45-51.
6. Jensen R.G. Invited review: The composition of bovine milk lipids: january 1995 to december 2000 // *J. Dairy Sci.* – 2002. – 85. – P. 295-350.
7. Spitsberg V.L. Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical // *J. Dairy Sci.* – 2005. – 88. – P. 2289-2294.
8. Bauman D.E., Barbano D.M. Dwyer D.A., Griinary J.M. Production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models // *J. Dairy Sci.* – 2000. – 83.– P. 2422-2425.
9. Lock A. L., Horne C. A. M., Bauman D. E., Salter A. M. Butter naturally enriched in conjugated linoleic acid and vaccenic acid alters tissue fatty acids and improves the plasma lipoprotein profile in cholesterol-fed hamster // *J. Nutr.* 2005. – 135. – P. 1934-1939.
10. Fernandez M.L., West K.L. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids // *J. Nutr.* 2005. – 135. – P. 2075-2078.
11. Palmquist D.L. Milk fat: Origin of fatty acids and influence of nutritional factors thereon / In *Advanced of Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*, 3rd ed. Ed by Fox P.F. and McSweeney P.L.H. – New York:Springer, 2006. – P. 43-91.
12. DePeters E.J. Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil / E.J. DePeters, J.B. German, S.J. Taylor et al. // *J. Dairy Sci.* – 2001. – 84. – P. 929-936.
13. Baer R.J. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil / R.J. Baer, J. Ryali, D.J. Schingoethe et al. // *J. Dairy Sci.* – 2001. – 84. – P. 345-353.
14. Gonzalez S. Oxidation and textural characteristics of butter and ice-cream with modified fatty acid profiles / S. Gonzalez, S.E. Duncan, S.F. O'Keefe et al. // *J. Dairy Sci.* 2003. – 86. – P. 70-77.
15. Hayakawa M., Hayakawa S., Nakamura R. Studies on the consistency of butter: A review // *Jap. J. Dairy Food. Sci.* – 1986. – 35. – A81-A92.
16. Jones E.L. Chemical, physical and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid / E.L. Jones, K.J. Shingfield, C. Kohen et al. // *J. Dairy Sci.* – 2005. – 88. – P. 2923-2937.
17. Сборник технологических инстукций по производству сливочного масла. – М.: ЦНИИТЭИ, 1980. – 150 с.
18. Kaya A., Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt // *Nahrung.* – 2000. – 44(2). – P. 126-129.
19. Цісарик О.Й. Оксидантна стабільність масла, виготовленого із молока корів при згодовуванні їм насіння ріпаку // *Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського.* – 2009. – №1(41). – С. 206-211.
20. Bayourthe C., Enjalbert F., Moncoulon R. Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter // *J. Dairy Sci.*– 2000. – 83. – P. 690-696.
21. Johnson K.A. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions / K.A. Johnson, R.L. Kincaid., H.H. Westberg et al. // *J. Dairy Sci.* – 2002. – 85. – P. 1509-1515.
22. Bobe G. Butter composition and texture from cows with different milk fatty acid compositions fed fish oil or roasted soybeans / G. Bobe, S. Zimmerman, E.G. Hammond et al. // *J. Dairy Sci.* – 2007. – 90. P. 2596-3603.
23. Baer R.J. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil / R.J. Baer, J. Ryali, D.J. Schingoethe et al. // *J. Dairy Sci.* – 2001. – 84. – P. 345-353.

24. Chen S. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions / S. Chen, G. Bobe, S. Zimmerman et al. // J. Agric. Food Chem. – 2004. – 52. – P. 3422-3428.
25. Couvreur S. The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties / S. Couvreur, C. Hurtaud, C. Lopez et al. // J. Dairy Sci. – 2006. – 89. – P. 1956-1969.
26. Banks W., Clapperton J.L., Muir D.D., Girdler A.K. Whipping properties of cream in relation to milk composition. – J. Dairy Res. – 1989. – 56. – P. 97-105.
27. Kritchevsky D. Effects of triglyceride structure on lipid metabolism // Nutr. Rev. – 1988. – 46. – P. 177-181.

УДК 547.458.004.14,313:641.85:637.13.002.33

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ МОЛОЧНИХ ДЕСЕРТІВ З ПІННОЮ СТРУКТУРОЮ

¹Сабадош Г.О., пров. викл., Горальчук А.Б., канд. техн. наук, Трощий Т.В., канд. техн. наук

¹Ужгородський комерційний технікум, м. Ужгород

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Здійснено обґрунтування основних рецептурних компонентів молочних десертів з пінною структурою та визначено їх раціональний вміст.

Choose of main raw materials for dairy foam products are done, their content are proved.

Ключові слова: пінопохідні молочні десерти, карагінан, йота-карагінан, піноутворююча здатність, обґрунтування.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У широкому асортименті продукції, що виробляється закладами ресторанного господарства окрему групу складають десерти на основі молочної сировини. Відомо, що різноманітні муси, самбуки, морозиво, суфле, креми і пудинги користуються підвищеним попитом споживачів. Крім відмінної смакової якості, вони також володіють підвищеною харчовою та біологічною цінністю [1].

Аналіз ситуації, що склалася на продовольчому ринку України свідчить, що асортимент десертів з пінною структурою надзвичайно вузький, а об'єми виробництва та реалізації не задовольняють попит. Це обумовлено, з одного боку, відсутністю наукових основ для розробки такої продукції і використанням у виробничій діяльності переважно емпіричного підходу, а з другого – нестабільністю властивостей сировини та готових виробів, нетривалого терміну зберігання.

Значний вплив на реалізацію десертної продукції має сприйняття та ставлення споживачів до продуктів харчування. У сучасній ситуації найбільш результативною є концепція виробництва інноваційних продуктів, які включають до свого складу натуральні інгредієнти, характеризуються стабільністю органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників під час зберігання, відрізняються високими споживними та органолептичними властивостями, високою харчовою цінністю, тривалим терміном зберігання [2;3].

Мета та завдання статті. Метою статті є обґрунтування раціонального вмісту основних рецептурних компонентів, що забезпечують задані показники якості піноподібної десертної продукції. Обґрунтування базується на визначенні максимальної піноутворюючої здатності та стійкості піни шляхом проведення повнофакторного експерименту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримання пінопохідних молочних десертів засновано на поверхнево-активних властивостях білків. Молекули білків молока поверхнево-активні: вони легко створюють адсорбційний шар на границі розділу фаз, зменшуючи поверхневий натяг й утворюючи шари з різними реологічними властивостями. Молочні білкові продукти в цілому, а казеїнати особливо, як правило утворюють піну з більш високою збитістю, але меншою стабільністю, ніж піна, отримана з яєчного білка. Тому для отримання продуктів з високою збитістю та стійкістю піни необхідний стабілізатор.

Одним із перспективних шляхів є використання гелеутворюючих полісахаридів. Враховуючи технологічні властивості молочних продуктів та їх структуру, хімічні властивості, перспективним є використання карагінанів, у складі пінопохідних десертів [2;3].

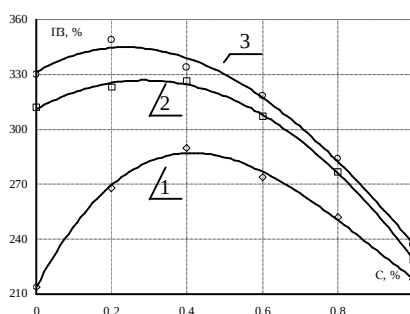
Слід зазначити, що процес піноутворення дуже складний через спільний вплив численних фізико-хімічних, фізико-технічних та інших чинників. Закономірності, якими характеризується процес утворення

піни, істотно залежать від умов проведення конкретного технологічного процесу або експерименту. Керувалися основними вимогами щодо пін: піноутворюючою здатністю (ПЗ) та стійкістю пін (СП).

Основне функціональне призначення карагінану – здатність до комплексоутворення з білками, що здійснюється за рахунок іонної взаємодії сульфатних груп карагінану із зарядженими групами білка. Наявність негативно заряджених сульфатних груп у молекулах карагінанів обумовлює їх здатність до комплексоутворення з казеїновими міцелами молока, що мають у периферійних (зовнішніх) зонах високу концентрацію позитивних зарядів. З метою визначення необхідного типу карагінану для молочних десертів проведено дослідження ПЗ відновленого молока від виду карагінану. Нами використано йота- та капа-карагінан. Встановлено, що відновлення суміші молока та карагінану з наступним охолодженням до температури (4...6) °С приводить до утворення гелю, у випадку з капа-карагінаном утворюється міцний але крихкий з синерезисом збивання такої системи руйнує гель, піноутворення практично відсутнє, гелі після припинення механічної дії не відновлюється. Системи, що містили йота-карагінан характеризувалися значно меншим за міцністю гелем за інших рівних умов, без синерезису. Збивання приводить до значного піноутворення з наступним гелеутворенням після припинення механічної дії. Слід відмітити, що системи характеризуються високою тиксотропією. Отримані дані переконливо доводять перспективність використання йота-карагінану у десертах з піною подібною структурою.

Результати дослідження в межах однофакторних експериментів відновленого молока від концентрації йота-карагінану показали, що введення йота-карагінану приводить до збільшення ПЗ та СП.

Видно, що залежність ПЗ від концентрації йота-карагінану носить екстремальний характер з максимумом в інтервалі концентрацій (0,2...0,4) %, що у порівнянні з відновленим молоком збільшує ПЗ в (1,06...1,36) разів (рис. 1).



1 – 5%; 2 – 7,5%; 3 – 10%

Рис. 1 – Залежність піноутворюючої здатності відновленого знежиреного молока від концентрації йота-карагінану та вмісту молока

Стійкість пін досягає 100 % за концентрації в системі йота-карагінану 0,4 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Стійкість пін відновленого знежиреного молока від концентрації йота-карагінану

Концентрація йота-карагінану, %	Вміст молока, %		
	5,0	7,5	10
0	0	0	0
0,2	82±1	90±1	98±1
0,4	100±1	100±1	100±1
0,6	100±1	100±1	100±1
0,8	100±1	100±1	100±1
1	100±1	100±1	100±1

Таку поведінку можна пояснити декількома процесами, що відбуваються у системі. Так, збільшення ПЗ, ймовірно, є результатом комплексоутворення білків та карагінану, що призводить до зміни ГЛБ, а також приводить до змін реологічних властивостей міжфазних адсорбційних шарів, які є основним чинником стабілізації гетерогенних систем. Збільшення СП обумовлене підвищенням в'язкості дисперсійного середовища, за рахунок взаємодії іонів кальцію з йота-карагінаном.

Концентрація йота-карагінану 0,4 % не забезпечує необхідних текстурних характеристик систем, що моделюють молочні десерти. Консистенція десертів характеризується як недостатньо щільна. Підвищення концентрації йота-карагінану не приводить до необхідного результату та наряду з цим зменшується ПЗ. Вирішення цього питання можливе шляхом введення загусника. Однією з вимог є відсутність заряду на

поверхні міцел чи глобул. Таким вимогам відповідає крохмаль, що містить нейтральні полісахариди. Встановлено, що системи, які містять відновлене знежирене молоко та крохмаль в діапазоні концентрацій (1...5) % не характеризуються піноутворюючою здатністю. Ймовірно, це пов'язано зі збільшенням в'язкості дисперсійного середовища, що ускладнює процес диспергації повітря.

З метою визначення раціональних концентрацій рецептурних компонентів, що забезпечують максимальну ПЗ проведено повнофакторний експеримент ПФЕ 2³. Факторами варіювання обрано йота-карагінан (x_1 , %) та крохмаль (x_2 %), зафіксувавши вміст молока на рівні 7,5 % на основі ПЗ та органолептичної оцінки. Це дає змогу спростити пошук оптимального варіанту. Координати центра експерименту та інтервали варіювання чинників наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Межі зміни вхідних параметрів

Умови планування	Границі зміни рецептурних компонентів, %	
	x_1	x_2
Координата центру	0,6	3
Інтервал варіювання	0,2	1
Верхній рівень	1	4
Нижній рівень	0,2	2

Програма дослідження була закладена до матриці планування експерименту (табл. 3).

Таблиця 3 – Матриця планування та результатів експерименту

Дослід	Кодовані значення чинників		Допоміжні стовпці			ПЗ, %
	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2	$x_1 \cdot x_2$	
1	-1	1	1	1	-1	139
2	1	0	1	0	0	125
3	0	1	0	1	0	171
4	-1	0	1	0	0	153
5	0	-1	0	1	0	127
6	1	1	1	1	1	108
7	1	-1	1	1	-1	102
8	-1	-1	1	1	1	127
9	0	0	0	0	0	188

В результаті статистичної обробки експериментальних даних одержано рівняння регресії (1) та поверхню відгуку (рис. 2), що адекватно описує даний процес під впливом чинників, що досліджувались:

$$ПЗ = 127 + 137,5x_1 + 15,3x_2 - 131,9x_1^2 - 2,2x_2^2 - 0,8x_1x_2 \quad (1)$$

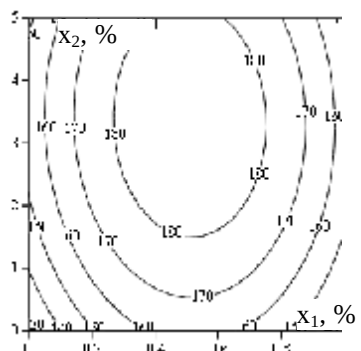


Рис. 2 – Ізолінії поверхні відгуку піноутворюючої здатності відновленого знежиреного молока (7,5%) за варіювання йота-карагінану та крохмалю

Диференціювання рівняння (1) дозволяє знайти максимум рівняння регресії та визначити раціональні концентрації йота-карагінану та крохмалю, що становлять 0,5 та 3,4 % відповідно, ПЗ за таких концентрацій становить 188 %.

Висновки. Таким чином проведені дослідження дозволили обґрунтувати використання у складі піноподібних молочних десертів йота-карагінану та крохмалю, що забезпечують необхідні показники якості. Визначено раціональний вміст йота-карагінану та крохмалю, що становить 0,5 та 3,4 % відповідно за вмістом відновленого знежиреного молока 7,5 %. Подальші дослідження слід проводити з визначення

умов та наслідків комплексоутворення білків та йота-карагінану як в дисперсійному середовищі так і на розділі фаз.

Література

1. Сачук, О.П. Технология молочного пудинга [Текст] / О.П. Сачук, Е.В. Грек // Молочная промышленность, 2006. – №10. – С. 32-33.
2. Сабадош, Г.О. Аналітичне обґрунтування використання карагінанів у складі молочних десертів [Текст] / Г.О. Сабадош, А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць. – Харків: ХДУХТ, 2008. – Вип. 2 (8). – С. 40-46.
3. Ермак, И.М. Каррагенан из красных водорослей для лечебно-профилактических продуктов [Текст] / И.М. Ермак, Т.Ф. Соловьева // Пищевая промышленность. – 1998. – №4. – С. 20-21.

РОЗДІЛ 3

**БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
ТА БАД**

ОТРИМАННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ ДОБАВОК З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Шпирко Т.В., канд. техн. наук, доцент, Капрельянц Л.В., докт. техн. наук, професор, Щапін О.Ф., мол. наук. співр., Шевченко О.В., інженер
Одеська національна академія харчових технологій

У статті наведено результати оцінки емульгуючої здатності фосфатидного концентрату як вторинного продукту переробки рослинної сировини та якісна і кількісна оцінка виділених фосфоліпідів у вихідному і отриманому продукті.

In the article are representative results of evaluation of emulsifying capacity phosphatidic concentrate, as a secondary product of plant raw materials. A qualitative and quantitative evaluation of the phospholipids in the source and the obtained product.

Ключові слова: фосфоліпіди, фосфатидний концентрат, фосфоліпідний рослинний препарат, соя, нут.

Постановка проблеми. Фосфоліпіди (ФЛ), маючи високу фізіологічну цінність (як джерело фосфору, холіну, інозиту та як мембранотропний і мембранотранспортний засіб, а також функціонально-технологічні властивості (поверхневу активність, емульгуючу, розріджуючу й антиоксидантну здатність), знаходять усе більш широке застосування в харчовій, фармацевтичній, текстильній, шкіряній, лакофарбовій промисловості.

ФЛ використовують при виробництві майонезу, маргарину, шоколаду, печива, хлібобулочних виробів, вершкових кремів, як компонент фармакологічних препаратів (для зміцнення нервової системи, поліпшення пам'яті і функцій головного мозку, при лікуванні діабету, цирозу печінки, гепатиту, склерозу, туберкульозу, рахіту, хвороби нирок, травних органів [1]), лакофарбових виробів, шкіри, тканин, миючих засобів. Тому одержання незмінних (нативних) ФЛ, які мають високу біологічну активність і відрізняються відсутністю домішок, а також невисокою ціною (у порівнянні з закордонними аналогами), є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Потреба народного господарства у ФЛ висока і в даний час цілком не задовольняється. Проте Україна, що займає перше місце в Європі по вирощуванню соняшника, має можливість задовольнити свої потреби у ФЛ за рахунок фосфатидного концентрату (ФК), що є вторинним продуктом при рафінації рослинної олії і виділяється шляхом гідратації ФЛ водою. У світовій практиці соя також є традиційною сировиною для отримання ФЛ їх імпортерами, є країни ЄС, для яких російський та український ринок є одним з найперспективніших, але крім сої можна використовувати інші зернобобові інтродуковані на півдні України.

Слід зазначити, що рослинні ФЛ особливо багаті на поліненасичені жирні кислоти і тому схильні до швидкого окислювання. Процес виділення і очищення ФЛ супроводжується значним окислюванням. Окислені ж ФЛ можуть принести шкоду організму людини [2].

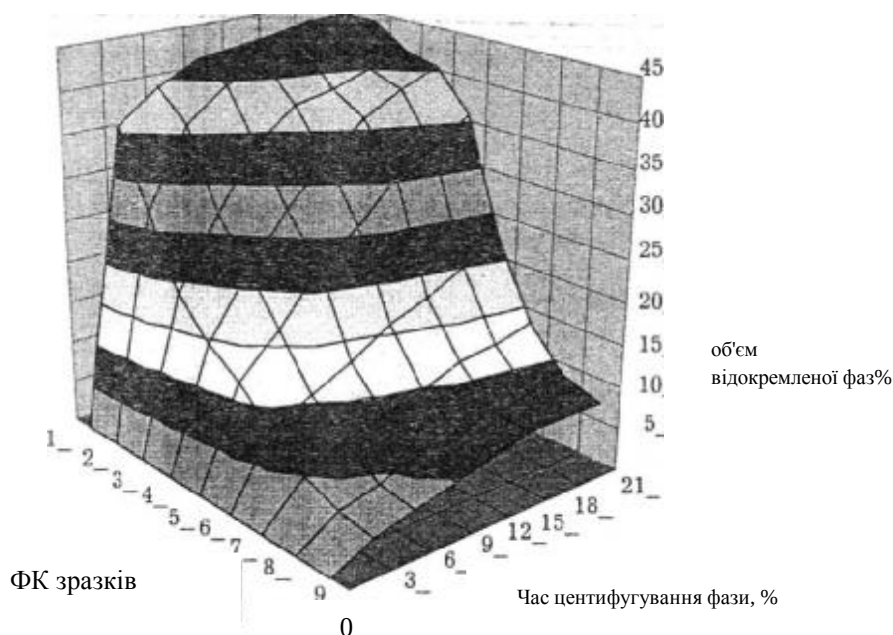
Метою даної роботи є оцінка емульгуючої здатності вихідного ФК у системі вода-олія, виділення нативних ФЛ з вторинного продукту переробки рослинної сировини для їх подальшої ферментативної модифікації та якісна і кількісна оцінка складу ФЛ у вихідному й отриманому продукті.

Виклад основного матеріалу досліджень. В якості вихідного матеріалу використовували ФК соняшника, що містить до 40 % нефосфоліпідних домішок (тригліцериди, вуглеводи, амінокислоти та інші гідрофільні речовини), зернобобових – сої, нута.

Для кількісної оцінки стійкості емульсії використовують визначення швидкості розшарування емульсії виміром висоти (об'єму) відокремленої фази через визначені проміжки часу. Кінетика розшарування систем може визначатися шляхом проведення тривалих дослідів в умовах, при яких вони зберігаються, і прискорених. Тривалі дослідів мають велике значення для вивчення стабільності нових виробів перед їх випуском. При оцінці показників досліджуваних емульгаторів використовують в основному прискорені методи [3].

Стійкість модельних емульсій, що містять ФК у відповідних концентраціях, визначали швидкістю їхнього розшарування на дві макрофази у відцентровому полі при $n = 1500$ об/хв тривалістю 21 хв, визначаючи висоту фази, що відокремилася, через кожні 3 хв. З отриманих даних будували залежність об'єму

фази, що відокремилася, від часу центрифугування й оцінювали ефективність дії досліджуваного емульгатора (рис. 1).



1- нут 1% ФК; 2- нут 2% ФК; 3- нут 3% ФК;
4- соняшник 1% ФК; 5- соняшник 2% ФК; 6- соняшник 3% ФК;
7- соя 1%ФК; 8- соя 2% ФК; 9- соя 3% ФК.

Рис. 1 – Оцінка емульгуючої здатності ФК

Наступним етапом роботи було одержання висококонцентрованого фосфоліпідного рослинного препарату (ФРП). Спосіб виділення нативних ФЛ принципово полягає в обробці ФК ацетоном з додатком водного розчину $MgCl_2$, що запобігає переходу ФЛ в ацетон. Основна маса ФЛ нерозчинна в ацетоні, в той час як нейтральні жири та інші неліпідні домішки характеризуються високою розчинністю в даному розчиннику [4]. Проте обробка ацетоном може призвести до помітних втрат деяких груп ФЛ, що мають визначену розчинність у даному розчиннику. Тому, істотний інтерес являло проведення спеціального хроматографічного дослідження з метою точного визначення втрат ФЛ і встановлення чистоти нової фосфоліпідної біологічно активної добавки.

Загальне утримання ліпідів у досліджуваних зразках визначали гравіметрично після екстракції за Блайєм-Дайером [5] і очищення від домішок промиванням хлороформних екстрактів 0,5 %-ним розчином $CaCl_2$.

Нейтральні ліпіди і домішки гліколіпідів відокремлювали колоночною хроматографією на селікагелі за Кейтсом [4]. ФЛ елюювали метанолом, концентрували до сухого стану на ротаційному випарнику, перерозчиняли в хлороформі і піддавали поділу методом тонкошарової хроматографії на селікагелі в системі розчинників хлороформ-метанол-вода (65:25:4).

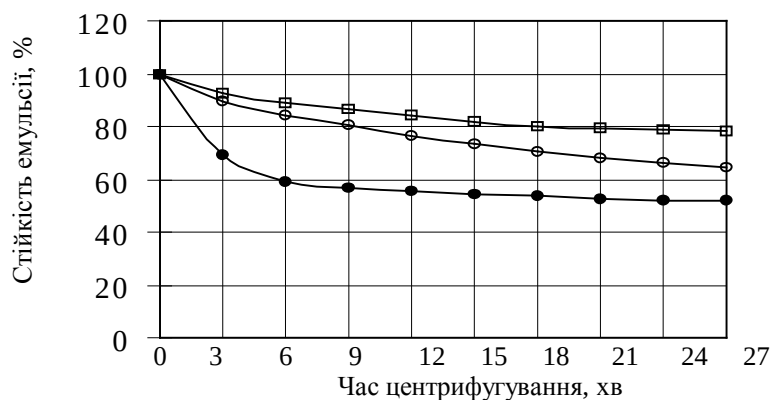
Ідентифікацію груп ФЛ на хроматограмах після проявлення (10 %-ний спиртовий розчин фосфорномолібденової кислоти, пари йоду) проводили на підставі порівняння хроматографічної рухливості досліджуваних речовин і модельних препаратів фірми Sigma (USA), використовуючи літературні дані розмірів R_F для даної системи [4].

Кількісне визначення груп ФЛ здійснювали після їхнього елюювання із селікагеля спектрофотометрично за фосфором [4].

Дані, наведені в таблиці 1, свідчать про те, що домінуючими групами ФЛ як у ФК, так і у ФРП, є фосфатидилхоліни, фосфатидилетаноламіни, фосфатидлінозити і дифосфатидилгліцерини. [6].

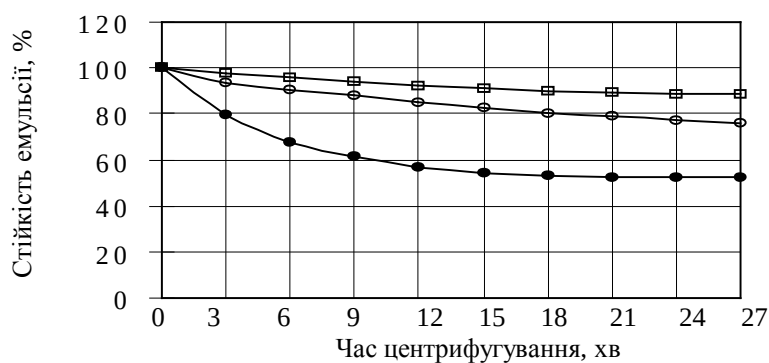
Таблиця 1 – Якісний і кількісний склад фосфоліпідів ФК та ФЛП

Група ФЛ	Вміст (мас. частка), %					
	нут		соя		соняшник	
	ФК	ФРП	ФК	ФРП	ФК	ФРП
Лізофосфатидилхоліни	1,8	1,9	1,5	2,1	2,8	3,5
Лізофосфатидилетаноламіни	2,3	2,5	3,0	3,4	3,1	3,9
Фосфатидилсерини	2,6	3,1	5,2	8,5	2,6	3,7
Фосфатидилінозитолі	12,7	14,4	14,1	16,6	18,7	20,3
Фосфатидилхоліни	16,7	17,3	24,7	32,2	23,7	28,5
Фосфатидилетаноламіни	17,2	15,5	19,2	17,5	20,2	17,1
Дифосфатидилгліцерини	13,1	12,3	7,4	5,7	17,1	13,4
Поліфосфатидні кислоти	5,3	2,6	13,8	11,3	8,3	6,7
Фосфатидні кислоти	2,5	1,9	5,3	3,2	3,5	2,9



1-нута; 2-сої; 3-соняшника

Рис. 2 – Залежність стійкості 3% емульсії ФК



1-нута; 2-сої; 3-соняшника.

Рис. 3 – Залежність стійкості 3% емульсії ФРП

Очищення ФК від нейтральних ліпідів і неліпідних домішок за розробленим методом призводить до втрати 2-3 % ліпідного комплексу (за даними визначення загального фосфору у ФК і ФРП). У груповому складі відзначені невеликі зміни, зокрема, декілька зменшилась масова частка малополярних груп (фосфатидні та поліфосфатидні кислоти, дифосфатидилгліцерини, фосфатидилетаноламіни) і зросла частка полярних ФЛ (лізоформи, фосфати-дильхоліни, фосфатидилінозити, фосфатидилсерини).

Оцінку стійкості дисперсних систем ФК і ФРП визначали прискореним методом, використовуючи визначення швидкості їхнього розшарування виміром висоти (об'єму) відокремленої фази через визначені проміжки часу. Залежність стійкості емульсії від концентрації та наведених зразків представлена на рис. 2 і 3.

Як видно з рисунків, ФРП зберігає 90 % незруйнованої емульсії до 18 хв центрифугування при вмісті ФРП 3 % соняшника до маси емульсії. При використанні ФК емульсія стабільна для тих же умов 6 хв. Таким чином, час стійкості емульсії збільшився втричі.

Таким чином, отриманий фосфоліпідний продукт ФРП дозволяє поліпшити стабільність емульсій в 3 рази й тим самим скоротити витрати використовуваного емульгатора.

Висновок. Запропонований спосіб дозволяє одержати і висококонцентрований ФРП (масова частка ФЛ >95 %) з невеликою втратою малополярних груп ФЛ, біологічна цінність яких менша, ніж у полярних груп. Отриманий ФРП призначений для подальшої його ферментативної модифікації з метою підвищення біологічної активності та емульгуючої здатності добавки.

Література

1. Minifie B.W. Lecithin, recent development in the preparation and application of phospholipids with special reference to G.N.[Text] // Manufactur. Confectioner. - 1969. - vol.45. № 5. - P.51-57.
2. Справочник по диетологии [Текст]/ под ред. А.А. Покровского. - М.: Медицина, 1981.- 45 с.
3. Шмидт А.А. Производство майонеза.[Текст]/ Шмидт А.А., Дудина З.А., Чекмарева И.Б. – М.: Пищевая пром-сть, 1976 - 135 с.
4. Кейтс М. Техника липидологии.[Текст] - М.: Мир, 1975. - С.122-123.
5. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification [Text] // Canad.; Journ. Biochem. Physiol. - 1959. - vol. 37. - № 8. - P.911-917.
6. Лобанов А.В. Техничко-економические перспективы производства отечественных фосфолипидных продуктов [Текст]/Известия вузов. Пищ.техн. – №2-3.– 2001.– с.7-8.

УДК [602.4:577.1]:005.936.5-035.2

ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Килименчук О.О., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.О., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі доказана можливість застосування комплексу ферментів амілоризина та целокандина для розщеплення біополімерів рослинних відходів сільськогосподарства (стебла хмелю, рицина, обрізки фруктових дерев) з метою одержання субстратів для біотехнологічних виробництв. Представлені результати вирощування культур-продуцентів кормового білка на одержаних поживних середовищах у лабораторних умовах.

In work possibility of drawing on the complex of enzymes of amilorizina and tsellokandikana is proved for breaking up biopolymers of vegetable wastes of agriculture (stems khmelya, klescheviny, edges of orchards) with the purpose of receipt of nourishing substratov for biotechnological productions. There are have been shown the results of growing the crop-producers of pabular protein on the derived nutrient substrate at the laboratory environment.

Ключові слова: кормові добавки, ферментні комплекси, біополімери, рослинні відходи, культивування.

В силу різних обставин біотехнологічні виробництва України практично всі зупинено. Тому на внутрішньому товарному ринку не представлені необхідні для тваринництва, птахівництва кормові добавки вітчизняного виробництва, особливо білкові: окремі амінокислоти, кормові дріжджі, рибне, м'ясо-кісткове борошно та ін.). Останнім часом ці добавки закуповуються за кордоном, що негативно впливає як на якість, так і на ціну комбікормів, а в решті і на якість продукції тваринництва і птахівництва.

Однією з основних причин зупинки великих біотехнологічних виробництв є недостатність сировинних ресурсів. Альтернативним джерелом сировини могли б стати рештки рослинних відходів – стебла хмелю (СХ), рицини (СР), обрізки фруктових дерев (ОФД), які щорічно накопичуються до мільйона тонн на рік, заорюються в землю або спалюються, завдаючи непоправної шкоди навколишньому середовищу [1].

Мета роботи: довести можливість ефективної біотрансформації цих рослинних відходів у поживні середовища для одержання цінної білкової добавки – кормових дріжджів.

Для цього було поставлено ряд задач:

- вивчити біохімічний склад сировини;
- підібрати комплекс ферментів для деструкції біополімерів сировини;
- оптимізувати умови кислотної деполімеризації рослинних відходів;
- сконструювати поживні середовища для культивування продуцентів кормового білка;
- підібрати культури-продуценти та оптимізувати умови культивування на одержаних субстратах;
- вивчити особливості культивування культур-продуцентів кормового білка у лабораторних умовах.

Результати дослідження хімічного і біополімерного складу рослинних відходів у цілому та їх анатомічних частин показали, що відходи наближаються до сировини, яка традиційно використовувалась у біотехнологічних виробництвах, такому як відходи деревини, соняшникове лушпиння, коробочки бавовни.

При вивченні хімічного складу встановлено, що основна маса досліджуваних рослинних відходів в цілому, а також їх окремі анатомічні частини (стебла, листя) представлені полісахаридами, що дозволило вважати їх потенційною сировиною для подальшої біотехнологічної обробки [1].

Було встановлено умови деполімеризації рослинних відходів як традиційним кислотним, так і ферментативним, більш м'яким та енергозберігаючим [1, 2].

Ферментативна деполімеризація сировини – складний, багатостадійний процес, який залежить від виду і числа біополімерів, їх локалізації у сировині, агрегатного стану у гідролітичній системі, від заданої глибини розщеплення, складу продуктів гідроліза [3, 4]. Було проведено дослідження, які дозволили підібрати композицію ферментів, що мали ксиланолітичну, целюлолітичну активність та встановити їх найбільш ефективне співвідношення щодо максимальної деполімеризації біополімерів досліджуваних рослинних відходів. У результаті проведених досліджень були одержані кінетичні характеристики деполімеризації окремих біополімерів, які були представлені раніше [2]. Встановлено, що композиція ферментів целокандину та амілоризину, які проявляють синергізм при ферментолізі, тобто підсилюють дію один одного, є найбільш ефективною у співвідношенні 1:1.

Одержані результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Вихід редукуючих речовин при дії ферментів

Сировина	Редукуючі речовини, % від а.с.с.		
	Целокандин Г10х	Амілоризин Г10х	Амілоризин Целокандин (1:1)
СХ	32,0	33,0	40,0
ОФД	26,0	25,0	30,5
СР	15,0	17,0	20,0

Використання композиції ферментів дозволило підвищити ефективність деполімеризації як окремих біополімерів, так і сировини в цілому. За 48 годин ступінь конверсії СХ, СР, ОФД складала відповідно 73,1; 68,6; 51,6 відсотків. При ферментативній деполімеризації спостерігалася низька реакційна здатність сировини порівняно з кислотною, при якій ступінь конверсії складав для СР, СХ, ОФД 92 %, 88 %, 78 % відповідно. Низьку реакційну здатність можна пояснити високим ступенем кристалічності целюлози, а також присутністю лігніну, який перешкоджає проникненню ферментів до поверхні полісахаридів, крім того адсорбує та інактивує їх [4]. Висока ступінь подрібнення сировини перед внесенням ферментів ускладнила таку технологічну операцію, як відділення продуктів реакції від нерозщепленого залишку.

Вихід отриманого рідкого субстрату був низьким. Залишок містив не повністю розщеплені біополімерні сировини (фрагменти геміцелюлози, целюлози), адсорбовані лігнотуминовими речовинами моносахариди, водорозчинні речовини, пігменти, вітаміни. На відміну від залишку після кислотної деполімеризації сировини, без додаткової обробки (нейтралізації, промивання, тощо) його можна використовувати як добавку до сипучих поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів поверхневим методом, а також для деяких макроорганізмів.

Однак, після відокремлення залишку центрифугуванням та інактивації ферментів, отримані субстрати усіх видів сировини характеризувалися однаковим набором легкозасвоюваних мікроорганізмами моносахаридів, основна маса з яких припадала на глюкозу – (17,42 – 21,62) % і ксилозу (8,14 – 12,14) % у залежності від виду сировини.

Отримані ферментолізати після відстоювання, охолодження, розведення до масової частки редуруючих речовин (РР) – 1,5 %, внесення сольових розчинів фосфору, калію, кальцію, магнію та азотистих речовин доводили до рН 4,0 – 4,5. У підготовлені субстрати вносили засівну культуру дріжджів 2 г/дм³ в перерахунку на абсолютно сухі дріжджі. Аналогічно були підготовлені поживні субстрати, які отримали за допомогою кислотної деполімеризації цих же рослинних відходів.

Вирощування монокультур кормових дріжджів роду *Candida*, *Pichia*, *Trichosporon* на одержаних ферментолізатах та гідролізатах в лабораторних умовах у колбах-качалках дозволило зробити висновок, що ферментолізати доброякісні, придатні для використання у якості поживних субстратів після відповідної підготовки. М'яка дія композиції ферментів не порушує нативної природи органічних сполук субстрату порівняно з більш жорсткою дією кислотної деградації біополімерів, що позначається на поведінці культур у субстратах при вирощуванні. Культури-продуценти кормового білка, які були використані, швидше адаптувалися до субстратів, отриманих ферментативним способом, повніше асимілювали їх та накопичували більше біомаси за той же період. Окремі результати культивування дріжджів наведено на рис. 1.

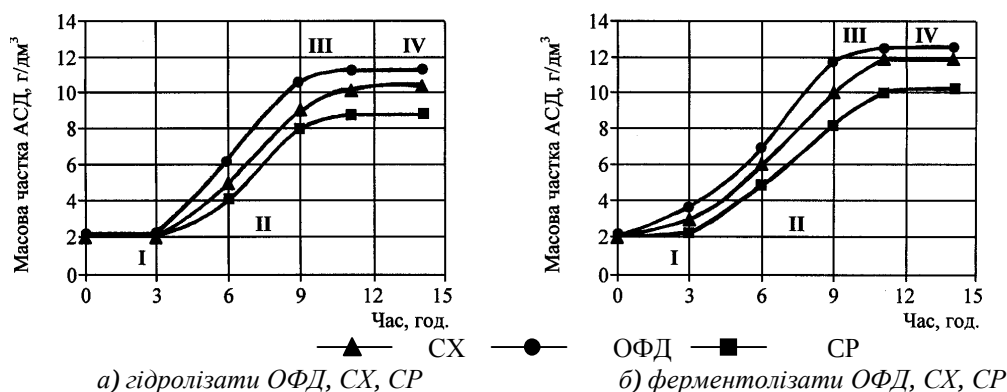


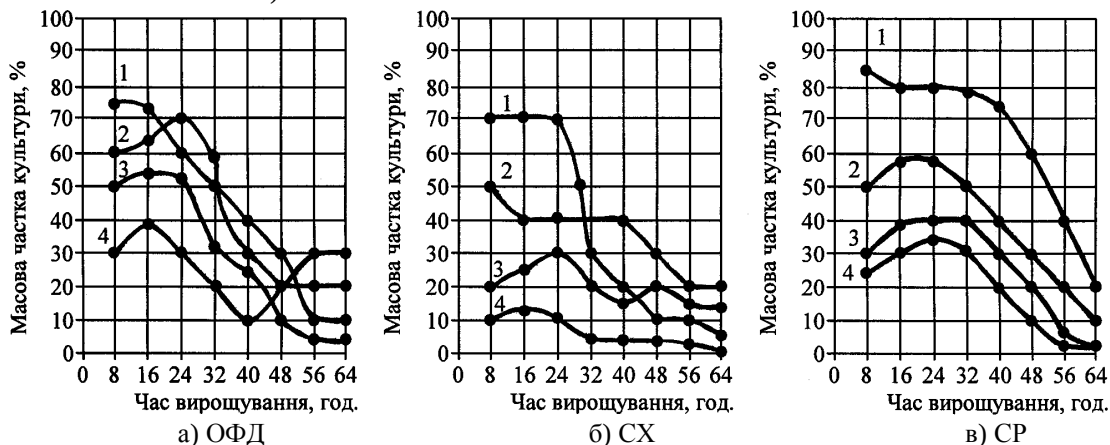
Рис. 1 – Динаміка накопичення біомаси при культивуванні *Candida tropicalis* на гідролізатах і ферментолізатах ОФД, CX, CP

Порівнюючи результати культивування монокультур, можна зробити висновок про високу доброякісність ферментолізатів, які забезпечували накопичення біомаси абсолютно сухих дріжджів (АСД) на 16,36 % більше порівняно з гідролізатами при скороченні I та II фаз росту культур.

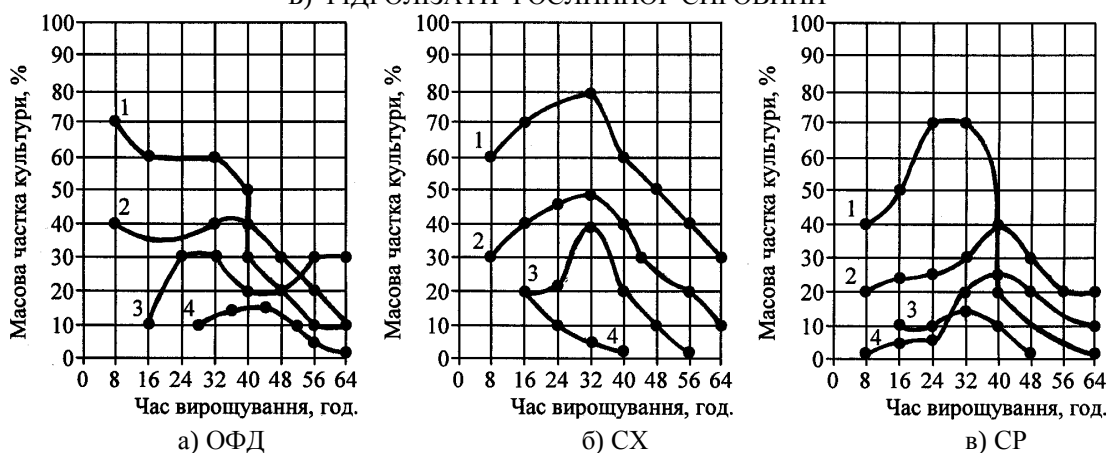
Відомо, що при утилізації складних субстратів повна асиміляція компонентів поживного середовища можлива при використанні змішаних культур, тому було проведено дослідження з вирощування асоціації дріжджових культур на гідролізатах і ферментолізатах обрізків фруктових дерев, стебел хмелю та рицини. Створену асоціацію дріжджових культур *Candida tropicalis*, *Candida species*, *Pichia species*, *Trichosporon cutaneum* культивували у закритій системі (періодично) на гідролізатах і ферментолізатах, попередньо підготовлених для вирощування в лабораторних умовах у колбах-качалках. При вирощуванні відбиралися проби, кількість клітин підраховувалася за допомогою камери Горяєва, встановлювалися видові відмінності за морфологічними, фізіологічними та біохімічними ознаками.

В експериментах з культивування асоціації дріжджів на ферментолізатах та гідролізатах досліджуваної сировини у різних частках від асоціату активно домінували штами *Pichia species* та *Candida tropicalis*, причому всі дріжджові клітини краще адаптувалися до середовища і накопичували біомасу, знову ж таки на ферментолізатах. Результати культивування наведено на рис. 2.

А) ФЕРМЕНТОЛІЗАТИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ



Б) ГІДРОЛІЗАТИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ



1 – *Candida tropicalis*; 2 – *Pichia species*; 3 – *Trichosporon cutaneum*; 4 – *Candida species*

Рис. 2 – Видові взаємовідносини асоціантів дріжджових культур при вирощуванні на ферментолізатах і гідролізатах ОФД, СХ, СР

Аналіз поведінки популяції в змішаній культурі дозволяє зробити висновок, що найкращі біотичні зв'язки між асоціантами спостерігаються при вирощуванні на ферментолізатах обрізків фруктових дерев. Асоціанти не пригнічують росту один одного, через 24 години накопичують максимальну біомасу, що значно прискорює термін культивування та знижує собівартість готової продукції. Дослідження показали, що при використанні всіх досліджуваних видів рослинної сировини для приготування поживних середовищ з метою подальшого культивування мікроорганізмів, велике значення має спосіб одержання поживних субстратів. Як свідчать проведені дослідження, ферментативний спосіб є більш природним, м'яким, культури-продуценти білків почувають себе більш комфортно, в асоціації не ведуть агресивну боротьбу між собою за виживання.

Проведені дослідження з вирощування асоціації культур дозволяють прогнозувати масову частку кожної культури у біомасі, що має значення для подальшого проектування параметрів технологічного процесу та підбору технологічного обладнання.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

— біотехнологічна трансформація рослинних відходів СХ, СР, ОФД у білкові кормові добавки за допомогою композиції ферментів целокандину та амілоризину порівняно з кислотним гідролізом є більш ефективною як з точки зору енергозбереження, екологічної безпеки виробництва, так і забезпечення сталих біотичних відносин між культурами-продуцентами;

— застосування ферментів дозволяє зробити процес біотрансформації рослинної сировини у поживні середовища безвідходним, а процес культивування – прогнозованим та прискореним, що позитивно позначиться на собівартості цінної і необхідної білкової кормової добавки.

Література

1. Килименчук Е.А. Разработка биотехнологии получения кормового белка на основе нетрадиционного сырья: Дис... канд. техн. наук: – 03.00.20. – О., 2003. – 232 с.
2. Величко Т.А. Ферментативная трансформация нетрадиционных растительных отходов в белковые кормовые добавки / Т.А. Величко, Е.А. Килименчук, О.В. Дышкантук // Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2008. – Вип. 32. – С. 182 – 186.
3. Ферментативный гидролиз целлюлозы. 4.1: Активность и компонентный состав целлюлозных комплексов из различных источников / А.А. Клесов, М.Л. Рабинович, А.П. Синицы и др. // Биоорган. Химия. – 1980. – № 8. – С. 12 – 25.
4. Радионова Н.А. Ферменты микроорганизмов, устойчивые к экстремальным условиям. 4.1: Ферменты, катализирующие расщепление полисахаридов клеточных стенок растений // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. – 1989. – т. 19. – С. 69 – 71.

УДК [577.112 – 035.2:613.2]: 001.891

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ У БІЛКОВИХ СИСТЕМАХ

Д'яконова А.К. канд. техн. наук, доцент, Ткаченко О.С. зав. лабораторією
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Білки, як поліелектроліти легко вступають у взаємодію із солями, іншими білками й зарядженими групами присутніх у харчовому середовищі полісахаридів. За рахунок процесу білок – білкове комплексоутворення можна значно підвищити біологічну цінність білків з дефіцитом окремих незамінних амінокислот і регулювати їхні фізико-хімічні властивості.

Squirrel, as polyelectrolyte, easily enter into co-operating with salts, other squirrel and charged groups of present in food environments polysaccharides. Due to protein - protein a complex formation it is possible considerably to promote the biological value of albumens with the deficit of separate irreplaceable aminoacid and regulate their physical and chemical properties.

Ключові слова: Білок – Комплексоутворення – Амінокислоти – Функціональні властивості.

Для регулювання фізико-хімічних властивостей білків використовують процеси термоденатурації, комплексоутворення з іншими компонентами, а також фазове розшарування білок – полісахаридних систем.

Білки, як поліелектроліти легко вступають у взаємодію із солями, іншими білками й зарядженими групами присутніх у харчовому середовищі полісахаридами. За рахунок білок – білкового комплексоутворення можна значно підвищити біологічну цінність білків з дефіцитом окремих незамінних амінокислот і регулювати їхні фізико-хімічні властивості. Деякими авторами висловлене припущення, що в основі білок – білкового комплексоутворення лежать тільки гідрофобні взаємодії.

Кукурудзяний білок, отриманий з залишків кукурудзяних зародків після вилучення олії, має низьку розчинність, а амінокислотний склад його характеризується дефіцитом ряду незамінних амінокислот. Для підвищення біологічної цінності й покращення функціональних властивостей, провели модифікацію кукурудзяного білка шляхом комплексоутворення з збалансованим за амінокислотним складом соєвим білком.

З метою дослідження процесу білок – білкове комплексоутворення використали білок, отриманий методом лужної екстракції з суміші відходів переробки олійної сировини – залишків кукурудзяних зародків та соєвих бобів.

Нами проведено дослідження процесу комплексоутворення в системі білок – білок – вода і визначена роль нековалентних взаємодій в утворенні комплексних структур, зміні функціональних властивостей і біологічної цінності отриманих білкових комплексів.

Процес білок – білкове комплексоутворення в значній мірі залежить від вмісту й співвідношення гідрофільних і гідрофобних амінокислот у білках. Відомо, що існує високий рівень взаємної кооперативності між окремими парами залишків амінокислот: глютамінова кислота – лізин, метіонін – аргінін, аспарагін – триптофан, глютамін – пролін. Відомо також, що процес комплексоутворення в системі білок – білок – вода звичайно зміщується у бік білка, що має більшу гідрофобність.

Для того, щоб оцінити внесок гідрофобної взаємодії у процес комплексоутворення в системі білок – білок, нами проведена оцінка ступеня гідрофобності вихідного білка і отриманого комплексу, використовуючи величини різниці вільних енергій розчинення амінокислот у слабополярному розчиннику (спирті) і воді (табл. 1).

За співвідношенням полярних і неполярних амінокислот (b_s), відповідно до теорії Фішера, визначили передбачувану форму і об'єм білкової глобули (табл. 2).

При комплексоутворенні білків відбувається зниження масової частки гідрофільних амінокислот на 1,19 % і збільшення гідрофобних – на 5,1 %, що свідчить про конформаційні зміни білка в результаті комплексоутворення. З огляду на те, що в модифікованому білку показник (b) майже повністю збігається з показником співвідношення залишків полярних амінокислот до неполярних (b_s), білкова глобула має форму сфери ($b = b_s$). При білок – білковому комплексоутворенні збільшується радіус ядра глобули, а (b_s) менше (b). Це свідчить про те, що число полярних залишків амінокислот у білку, який отримали способом купажування, містить більше необхідної кількості залишків амінокислот для покриття ядра і глобула витягується, приймаючи вигляд еліпсоїда з більшою поверхнею, ніж у сфери.

Таблиця 1 – Зміна гідрофобності білка при комплексоутворенні

Амінокислоти	ΔF , кДж/моль	Ступінь гідрофобності амінокислот (ΔF , кДж/моль)	
		Кукурудзяний білок (вихідний)	Купажований білок
Гідрофільні (ГФЛ)			
Аланін	3,05	18,48	16,25
Аргінін	3,05	27,39	24,34
Цистеїн	2,71	1,30	2,46
Глутамінова кислота	2,26	19,34	19,64
Аспарагінова кислота	2,50	40,77	43,97
Треонін	1,84	7,47	7,65
Серін	0,17	0,96	0,85
Гліцин	0,00	0,00	0,00
Всього		115,71	115,16
Гідрофобні (ГФ)			
Триптофан	12,50	13,50	12,75
Ізолейцин	12,40	45,00	53,32
Тирозин	12,00	44,76	41,52
Фенілаланін	11,10	50,28	58,83
Пролін	10,85	76,60	63,79
Лейцин	10,10	72,92	82,92
Валін	7,06	29,93	32,62
Лізин	6,27	36,99	54,48
Гістидин	5,85	14,51	20,41
Метіонін	5,45	7,68	7,63
Всього		392,17	428,27

Таблиця 2 – Характеристика білкової глобули

Показники	Кукурудзяний білок (вихідний)	Купажований білок
Вміст залишків полярних амінокислот, C_P	55,29	54,10
Вміст залишків неполярних амінокислот, C_{NP}	41,28	46,37
Співвідношення C_P/C_{NP} (b_s)	1,34	1,17
Радіус глобули, r_o , мкм	$0,162 \cdot 10^{-2}$	$0,178 \cdot 10^{-2}$
Радіус ядра глобули, r , мкм	$0,112 \cdot 10^{-2}$	$0,128 \cdot 10^{-2}$
Об'єм глобули, V , мкм ³	$0,018 \cdot 10^2$	$0,024 \cdot 10^2$
Показник заповнення ядра глобули гідрофільними залишками амінокислот (b)	1,35	1,25

Поводження білкових молекул у процесі комплексоутворення в системі білок – білок – вода може регулюватися трьома видами взаємодії: електростатичними силами взаємодії між іонізованими карбоксильними і основними групами (кількість і знак заряду визначається ступенем їхньої іонізації залежно від рН середовища), міжмолекулярними водневими зв'язками й гідрофобними взаємодіями. Слабкі нековалентні зв'язки відіграють важливу роль у створенні та стабілізації структури, завдяки їх кооперативності. Як показали результати наших досліджень, використовуючи процес білок – білкове комплексоутворення, збільшується радіус ядра глобули, у порівнянні з контролем, на $0,016 \cdot 10^{-2}$ мкм, що можна пояснити підвищенням вмісту неполярних амінокислот і їхньою гідрофобною взаємодією. При цьому ядро глобули повністю заповнено залишками гідрофільних амінокислот.

Для оцінки ступеня внеску нековалентних міжмолекулярних взаємодій білків у стабілізацію отриманої структури, дослідили розчинність купажованого білка в ряді розчинників, дія яких спрямована на руйнування певних сил взаємодії.

Провели послідовну обробку купажованого білка: розчином 7 М/дм^3 сечовини, що містить угруповання $-\text{CO}-\text{NH}-$ і конкурує з пептидними угрупованнями за утворення водневого зв'язку, зруйнували гідратну оболонку білка й перевели в розчин молекули, які утримуються водневими зв'язками; введенням розчину $0,1 \text{ н}$ соляної кислоти знизили рН середовища до $3,0$ і, надавши білку позитивний заряд, перевели в розчин молекули з'єднані іонними або електростатичними зв'язками; за допомогою $1,0 \%$ розчину диметилсульфоксиду (ДМСО) зруйнували білкові асоціати, внаслідок утворення більш міцних зв'язків між ДМСО і функціональними угрупованнями окремих гідрофобних амінокислот, і перевели в розчин молекули білка, які утримуються за рахунок гідрофобної взаємодії.

Визначивши масову частку білка, яка перейшла в розчин після кожного виду обробки, встановлено, що основну роль у міжмолекулярних взаємодіях білків відіграють водневі зв'язки – $88,4 \%$, на частку гідрофобних взаємодій доводиться $4,1 \%$, іонних – $1,5 \%$. У складі нерозчинного залишку міститься $6,0 \%$ білка, який на наш погляд утворений ковалентними внутрішньомолекулярними зв'язками.

У білках гідрофільні групи розподілені нерівномірно й відрізняються одна від одної різною здатністю приєднувати воду. Карбоксильна група ($-\text{COOH}$) приєднує 4 молекули води, гідроксильна ($-\text{OH}$) – 2, амінна ($-\text{NH}_2$) – 2, імінна ($-\text{NH}$) – 2.

При розчиненні білок – білкової комплексної структури у воді, навколо іонізованих ($-\text{COO}^-$, $-\text{NH}_3^+$) і полярних ($-\text{OH}$, $-\text{SH}$ та ін.) груп утворюється водний шар, який складається з орієнтованих молекул води.

Гідратація іонізованих груп білка відбувається за рахунок електростатичних сил взаємодії з диполями води, полярних груп – за рахунок утворення з диполями води водневих зв'язків. У ІЕТ білка диполі води утримуються тільки за рахунок полярних груп.

Результати дослідження хімічного скору незамінних амінокислот свідчать про підвищення їхнього вмісту в складі купажованого білка (табл. 3).

Таблиця 3 – Амінокислотний склад білків

Амінокислота	Хімічний скор незамінних амінокислот, %	
	Кукурудзяний білок (вихідний)	Купажований білок (кукурудзяно-соєвий)
Лізин	107,27	158,00
Треонін	101,50	104,00
Валин	84,80	92,00
Ізолейцин	90,75	107,50
Лейцин	103,14	117,29
Фенілаланін + тирозин	137,66	146,00
Метіонін + цистеїн (залишки після лужного гідролізу)	54,00	66,00
Триптофан	108,00	102,00
Перетравлення, %	76,31	87,64

У результаті білок – білкового комплексоутворення підвищується біологічна цінність вихідного білка за рахунок збагачення його дефіцитними незамінними амінокислотами при купажуванні з білком, в амінокислотному складі якого вони містяться у надлишку.

Для одержання додаткової інформації щодо атомних угруповань, задіяних в процесі утворення зв'язків при білок – білковому комплексоутворенні, застосували метод диференціальної ІК-спектроскопії.

Зняті спектри білків досить близькі за положенням найбільш сильних смуг поглинання. Є присутнім ряд типових смуг характерних для коливання пептидної групи: $1650...1640\text{ см}^{-1}$ – валентні коливання ($\text{C}=\text{O}$) – Амід I; $1550...1540\text{ см}^{-1}$ – деформаційні коливання ($\text{N}-\text{H}$) – Амід II; $1260...1200\text{ см}^{-1}$ – плоскісні H – деформаційні коливання з великою амплітудою і ($\text{C}-\text{N}$) валентними коливаннями, з фазовим взаємозв'язком між ними – Амід III; $700...650\text{ см}^{-1}$ – неплоскісні деформаційні коливання ($\text{N}-\text{H}$) – Амід V [1, 2].

В отриманому спектрі присутня характерна для білків широка смуга поглинання NH -груп у високо-частотній області $3200...3500\text{ см}^{-1}$ – Амід А. Серія смуг $1440, 1380, 1120\text{ см}^{-1}$ відповідає деформаційним коливанням $-\text{CH}_2$, серія смуг 2920 і 2950 см^{-1} – валентним коливанням $-\text{CH}$ у групах $-\text{CH}_2$. Відсутність смуги поглинання при 3650 см^{-1} свідчить про те, що практично всі гідроксильні групи включені у водневий зв'язок. Смуга поглинання 1730 см^{-1} відповідає валентним коливанням карбонілу у карбоксильних групах, 2850 см^{-1} – симетричним валентним коливанням $-\text{CH}_3$ у групах $-(\text{OCH}_3)$, 1140 см^{-1} – асиметричним валентним коливанням ($\text{C}-\text{O}-\text{C}$), 1060 см^{-1} і 1020 см^{-1} – симетричним валентним коливанням ($=\text{C}-\text{O}-\text{C}$). Кількісний аналіз ІК-спектрів здійснювали за значенням величин відносної оптичної щільності (ВВОЩ), використовуючи метод базисної лінії й внутрішнього стандарту. Базисну лінію проводили як дотичну до мінімуму поглинання в області $3800...2500\text{ см}^{-1}$ і $1800...700\text{ см}^{-1}$. В якості внутрішнього стандарту використали максимум смуги поглинання 1420 см^{-1} , що відповідає деформаційним коливанням CH -груп. Величини відносної оптичної щільності одержали в результаті математичної обробки даних на ПЕВМ "Іскра-1030.11".

Порівнюючи ВВОЩ дослідних білків, визначили їх зміни і побудували розрахунковий диференціальний спектр зразків у координатах: ВВОЩ – частота поглинання (рис. 1).

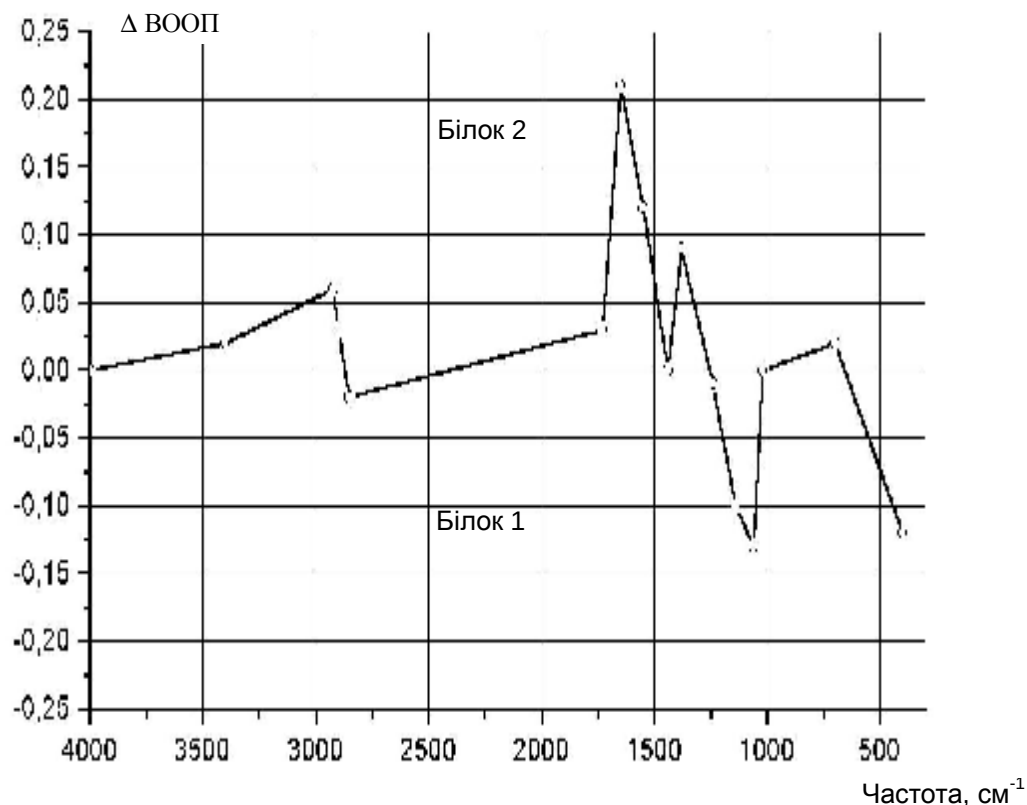


Рис. 1 – Диференціальний ІК-спектр купажованого білка (2) щодо вихідного білка (1)

Зміни, які ледь помітні на ІК-спектрах знятих на приладі, чітко виділяються на розрахунковому диференціальному ІК-спектрі. Так, більш ніж на 80 % збільшується ВВОЩ купажованого білка (2) в області смуг характерних для коливання пептидних груп Амід I (1650 см^{-1}), що відповідають валентним коливанням ($\text{C}=\text{O}$), і Амід II (1550 см^{-1}), що характеризують деформаційні коливання ($\text{N}-\text{H}$)-груп, що свідчить про підвищення вмісту пептидних зв'язків у купажованому білку. Отримані дані підтверджуються

збільшенням масової частки протеїну у купажованому білку (2) до 88,66 %, в порівнянні з вихідним білком (1), у якому вміст протеїну не перевищує 69,74 %.

Отже, в процесі комплексоутворення в системі білок-білок – вода беруть участь водневі зв'язки, гідрофобні взаємодії і електростатичні сили.

Література

1. Эллиот А. Инфракрасные спектры и структура полимеров. – М.: Мир, 1872. – 159 с.
2. Чиргадзе Ю.Н. Инфракрасные спектры и структура полипептидов и белков. – М.: Наука, 1965. – 136 с.

УДК 628.161.08:537.6

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ І МЕДИЦИНІ ОМАГНІЧЕНИХ РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ

Штепа Є.П., канд. техн. наук, доцент, Дроздов О.І., канд. техн. наук, доцент,
Нурудінова К.А., студ. 4 курсу ф-ту ІТХРС
Одеська Національна академія харчових технологій, м. Одеса

Електромагнітна активація води, рідин, суспензій та інших продуктів широко використовується в багатьох галузях промисловості.

У статті наведено результати аналізу використання магнітної обробки технологічної, питної води та харчових продуктів. На підставі власних досліджень з використанням магнітної обробки природної мінеральної води зроблено висновки про ефективність такої обробки та подальші перспективи щодо її впровадження.

The electromagnetic activating of water, liquids, suspensions and other products wide uses in many branches of industry. The article represents the results of magnet usage of technologic, drinking water and foods. By the results of own researches with natural mineral water magnet treatment were made the conclusions about efficiency of such treatment and for its using perspectives.

Ключові слова: магнітна обробка, магнітна активація, магнітне імпульсне поле, вода, рідина, солі жорсткості, функціональні продукти, лікувально-профілактичне харчування.

Найважливішою частиною харчового раціону є вода, яка забезпечує перебіг обмінних реакцій, травлення, виведення з сечею продуктів обміну речовин, теплорегуляцію і т.д. Вода складає майже 2/3 маси тіла людини. Втрата організмом більше 10 % води загрожує його життєдіяльності. Потреба у воді залежить від характеру живлення і праці, клімату, стану здоров'я й інших чинників. Середня потреба – 2,5 л/добу. Людина одержує 1,5 л води у вигляді вільної рідини (суп, чай, компот і ін.) 1 ... 1,5 л – з харчових продуктів і 0,3 ... 0,4 л утворюється в самому організмі під час обміну речовин. З цієї кількості виділяється з сечею близько 1,4 л, через шкіру (потовиділення і випаровування) – 0,6 л, з повітрям що видихається через легені – 0,4 л, з калом – 0,1 л. Витрата води зростає при посиленні потовиділення, проносах, блювоті, лихоманці, у хворих після операції, при опіках.

При надмірному вживанні води створюється підвищене навантаження на серце і нирки, з організму виводяться мінеральні речовини і вітаміни. При обмеженні води збільшується концентрація сечі, в ній можуть випадати солі, зменшується виділення з крові продуктів обміну речовин. Натрій хлорид сприяє затримці води в організмі, солі калію і кальцію дають протилежну дію. Збільшення рідини в дієті рекомендується при інтоксикації, інфекційних захворюваннях, високій температурі тіла, пієлоциститах, сечокам'яній хворобі, подагрі, захворюваннях печінки і жовчних шляхів, в післяопераційний період. Кількість рідини зменшують (спільно з обмеженням натрію хлориду) при захворюваннях серцево-судинної системи, особливо з набряками, при ожирінні, хворобах нирок з порушенням функції виділення. При гастритах з підвищеною секрецією, ентероколітах з проносами, холециститах, недостатці кровообігу, інфаркті міокарду і багатьох інших захворюваннях газовані напої виключаються.

У їстівній частині овочів, фруктів і ягід міститься 85 ... 95% води, в молоці – 88%, яйцях – 74%, рибі – 75...80%, м'ясі – 60...70%, хлібі – 40...45%.

Магнітна обробка води вперше була запатентована бельгійським інженером Т.Вермайреном в 1945 р. Сьогодні електромагнітна активація води, рідин, суспензій та інших продуктів широко використовується в розвинених зарубіжних країнах: Англії, Франції, Німеччині, США, Канаді, Японії.

У медицині магнітоактивована вода оздоровлює організм на клітинному рівні, сприяє відновленню його функцій, вимиванню каменів з сечового міхура і сечовода, загоєнню ран і зрощенню кісток, зменшенню в'язкості крові і стабілізації кров'яного тиску, має протизапальну дію, при пересадці органів не відбувається відторгнення тканин. Вода володіє бактерицидною дією, пригнічує ріст бактерій і дріжджів.

У тваринництві магнітна вода підвищує добовий приріст і масу тварин і птахів, оброблені комбікорми краще засвоюються тваринами. У сільському господарстві обробка насіння такою водою збільшує врожайність, підвищує морозостійкість рослин. При випічці хліба з 100 кг борошна одержують додатково 24 кг припіку. У томатах збільшується вміст вітаміну С.

Проявлення ефекту магнітної активації води і рідинних харчових продуктів подано в табл. 1.

Таблиця 1 – Проявлення ефекту магнітної активації

Продукт	Мета	Ефект
Мінеральна вода	Дріблення кристалів мінеральних солей	Покращення дії на організм На клітинному рівні
Вода	Дріблення кристалів мінеральних солей	Лікування: нирково-кам'яні та урологічні захворювання; шлунково-кишкової і сечо-статевої системи; нервові і психологічні розлади; нормалізація серцевої діяльності і т. ін.
Молоко	Підвищення якості та термінів зберігання	Зменшення сичужного збігання в 2,3 рази; зменшення утворення молочного каменю в 2...3 рази; запобігання розмноженню бактерій
Вершки	Інтенсифікація процесу одержання масла	Зменшення процесу збивання і збільшення виходу масла
Соки, напої	Збільшення стійкості і прозорості	Збільшення: стійкості на 30...50 %; прозорості на 20...30 %
Пиво	Якість, тривалість зберігання	Стійкість збільшується в 3...5 разів; обсіменінність дріжджами зменшується в 10 разів.

Розширення області застосування електромагнітної активації рідких і сипких продуктів з метою підвищення їх споживчих властивостей і якісних показників є актуальним завданням. За минулий час опубліковано велику кількість статей, оглядів, монографій, в яких наголошується перш за все, на практичній корисності застосування магнітної обробки, відбулися численні конференції і наради з практики застосування магнітної обробки в широкому колі промислових виробництв. Кількість друкованих робіт і патентів з цієї тематики обчислюється на сьогодні тисячами, і навіть десятками тисяч.

На кафедрі електромеханіки ОНАХТ на базі мікроелектроніки і тиристорів розроблено спеціальні пристрої, що створюють імпульсне магнітне поле регульованої амплітуди і частоти [1]. Крім того, розроблена конструкція датчиків, що дає на виході ЕРС, яка індуквана імпульсним магнітним полем у воді. Такі датчики дозволяють створити замкнуті системи управління імпульсним магнітним полем, що забезпечують оптимальний ефект магнітної обробки води. Конструкції магнітних апаратів з імпульсним магнітним полем упроваджені на ряді підприємств м. Одеси, а також в Росії. Імпульсний спосіб дії магнітного поля на харчові середовища захищений авторським свідоцтвом СРСР О 1565879 А1 (Б.И. № 19 23.05.90) [2].

При виконанні науково-дослідних робіт щодо магнітної обробки пива, вина, коктейлів, виноградного соку отримано позитивні результати. Проведені дослідження показали, що магнітна обробка покращує мікробіологічні показники напоїв і вин: відсутні великі колонії дріжджів і цвілевих грибів. Біологічна і колоїдна стійкість напоїв і вин підвищується на 30 – 50 %. Крім того, поліпшується процес фільтрування: прозорість напоїв і вин підвищується на 20 – 50 %. При обробці пива, вин, напоїв і соків встановлена поліекстремальна залежність ефекту магнітної обробки від напруженості магнітного поля, яка може бути встановлена вимірюванням електричного опору рідких харчових продуктів.

Питаннями електромагнітної обробки рідких харчових середовищ займається також ряд організацій і установ за кордоном. Наприклад, відомий патент Австралії, у ньому описаний метод стабілізації харчових продуктів проти бактерійного і ферментативного псування. Даним способом оброблялися яблучний сік, молоко і пиво. Використовуючи цей метод, помітили, що яблучний сік оберігається від окислення і

зброджувань, виключається необхідність в пастеризації й зберіганні його в герметичній тарі при низьких температурах; щодо молока, то його можна попередньо пастеризувати, оскільки магнітна обробка не знищує бактерії, а тільки попереджує їх розмноження.

Перспективи використання в харчовій промисловості води, активованої магнітним полем, можна подати у вигляді структурної схеми (Рис. 1).

Ми проводили магнітну обробку мінеральної питної води з бювету санаторія ім. М. Горького (Одеса). Обробка проводилась обертовим магнітним полем, що створювалося статором асинхронного двигуна, з якого витягли ротор. Замість ротора в статор помістили хімічний стаканчик ємністю 100 см³, в який було налито мінеральну воду. Для створення завихрення води, стаканчик обертати проти напрямку обертання магнітного поля статора зі швидкістю 25...50 об/хв. Завдяки тому, що залежність напруженості магнітного поля в середині статора від відстані до центра статора змінюється по експоненті, то за рахунок обертання стаканчика, вода завихрюється, проходячи таким чином через магнітне поле змінної величини і лінійної швидкості, яка залежить від радіуса обертання, тобто діаметра статора. При цьому вода попадає в зону дії змінних величин індукції і швидкості, що аналогічне обробці імпульсним магнітним полем. Після цього короткочасно (1...5 с) статор приєднувався до трифазної мережі через регулюючий трансформатор. Це дало можливість провести досліди при струмах 0,3 А; 0,5 А; 0,7 А і 1,0 А, що відповідає напруженості магнітного поля 12 кА/м; 25 кА/м; 32 кА/м; 50 кА/м.



Рис. 1 – Структурна схема використання магнітоактивованої води.

Зменшення лінійних розмірів кристалів солей, а також подрібнення їх великих колоній, яке спостерігалось під мікроскопом після випаровування обробленої води, говорить про максимальний ефект магнітної обробки. Кращим результатом можна вважати воду, оброблену струмом 0,7 А, що відповідає напруженості магнітного поля 32 кА/м [3, 4].

Оскільки магнітне поле подрібнює молекулярні зчеплення солей жорсткості, перетворюючи їх в більш дрібну і однорідну структуру, то це сприяє збільшенню плинності води, розчинної здатності і біологічної активності рідинних лікувальних засобів.

В результаті дослідів доведено, що в мінеральній воді, за рахунок дії магнітного поля, структура солей жорсткості дійсно дрібнішає.

Таким чином, можна стверджувати, що омагнічена мінеральна вода при напруженості магнітного поля 32 кА/м найкраще буде діяти на організм хворого в порівнянні з неомагніченою. Тобто, омагнічена вода може бути використана для приготування функціональних продуктів для лікувально-профілактичного харчування.

Література

1. Иванов А.А. Электромагнитная обработка воды в пищевой промышленности/А.А. Иванов, Е.П. Штепа и др. //Пищевая пром-сть, 1986. – №1. – С. 38 – 39.
2. Иванов А.А. Способ стабилизации пива/А.А. Иванов, Е.П. Штепа и др. а. с. СССР № 1565879, Б.И. № 19, 23.05.90.
3. Нурудінова К.А., Штепа Є.П., Дроздов О.І. Магнітоактивована мінеральна вода в лікувально-профілактичному харчуванні// Харчова наука і технологія. – 2008. – № 4(5). – С. 9 – 11.
4. Штепа Є.П., Нурудінова К.А. Способ активзації мінеральних вод. Патент України № 40206 від 25.03.2009.

УДК 621.774.35.016

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЛЕЦИТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Глух И.С., канд. тех. наук, Школа О.И., канд. тех. наук, Ключкова В.Е.,

Шульга С.М., канд. физ.-тех. наук, Гаманухо В.И., канд. тех. наук

Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск

ООО Научно-производственный центр „Днепротехнологии”, г. Днепропетровск

Разработана опытно-промышленная установка получения сухой добавки – лецитин из подсолнечного фосфатидного концентрата. Сравнение образцов подсолнечного лецитина с соевым аналогом производства фирмы «Lukas Meyer RL» (Германия), проведенное в Гамбурге, показало, что лецитин по основным показателям идентичен зарубежным аналогам, а по некоторым – превосходит их.

Лецитин из подсолнечного фосфатидного концентрата успешно прошел испытания и используется в качестве эмульгатора в производствах хлебобулочных изделий, шоколадной глазури, маргарина, т.к. стабилизирует эмульсии, значительно улучшает реологические свойства теста.

The experimental-industrial setting for getting of dry addition - lecithin from sunflower fosfatid concentrate is developed. Comparing of standards of sunflower lecithin with the soy-bean analogue of production of the firm «Lukas Meyer RL» (Germany), conducted in Hamburg, showed that lecithin on basic indexes is identical to the foreign analogues, and on some – excels them.

Lecithin from sunflower fosfatid concentrate passed out tests and is used as emulgator in production of wares of bakeries, chocolate glaze, margarine, as stabilizes emulsions, considerably improves reological properties of the test.

Ключевые слова: фосфатидный концентрат, лецитин, эмульсия, суспензия, эмульгатор, хлебобулочные изделия, маргарин.

В настоящее время мировой выпуск лецитина, получаемого из фосфатидного концентрата соевого масла, составляет десятки тысяч тонн в год. Если первоначально лецитин рассматривался как дешевый заменитель яичного желтка, то в дальнейшем он смог обеспечить собственные области применения в производствах майонезов, маргарина, хлеба, хлебобулочных изделий [1].

Из литературных источников известно, что научные исследования в этой области ограничиваются данными по применению фосфатидного концентрата и стандартного лецитина [2,3].

Нами разработана и создана опытно-промышленная установка (мощностью до 20 тонн продукта в год) для получения пищевой и биологически активной добавок (ПДЛ и БАД) «Лецитин» из подсолнечного фосфатидного концентрата. Сравнение образцов подсолнечного лецитина с соевым аналогом производства фирмы «Lukas Meyer KG» (Германия), проведенное в Гамбурге показало, что ПДЛ по основным показателям идентичен зарубежным аналогам, а по некоторым – превосходит их (см. рис. 1).

С целью углубления знаний о механизме действия модифицированных лецитинов на компоненты теста и обоснование их позитивного влияния на качество хлебобулочных изделий мы исследовали разные типы лецитинов в сравнении с фосфатидным концентратом и стандартным лецитином. В лабораторных условиях методом пробных изделий сравнивали влияние соевых лецитинов производства компании «The Solae Company» (Германия) на показатели качества хлеба из пшеничной муки.

Для выявления механизма их действия на показатели качества хлеба исследовали влияние лецитина на количество, качество клетчатки и реологические свойства теста, т.к. качество готовых изделий зависит от этих показателей. Установлено, что внесение лецитина приводит к уменьшению количества сырой и сухой клетчатки, повышается эластичность и растяжимость. Эти показатели коррелируют с данными эластичных свойств теста.

Результаты исследований свидетельствуют, что добавка лецитина положительно влияет на реологические характеристики теста – повышается эластичность, уменьшается разжижение теста и т.д.

Добавка лецитина приводит к увеличению растяжимости теста (L), уменьшению пружинистости (P) и соотношения P/L. Для получения теста нормальной консистенции с лецитином нужны большие затраты энергии, чем для контрольного теста.

При использовании порошкообразных лецитинов значительно облегчается процесс их дозирования на замешивание теста. Они не затемняют мякиш изделий и не добавляют им постороннего вкуса и запаха. Считаем, целесообразным в дальнейшей работе, исследовать соотношения форм связи влаги в мяки-

ше хлеба и изучить механизм взаимодействия лецитина с фракциями крахмала, что даст возможность углубить теоретические знания о влиянии лецитина на степень черствости.

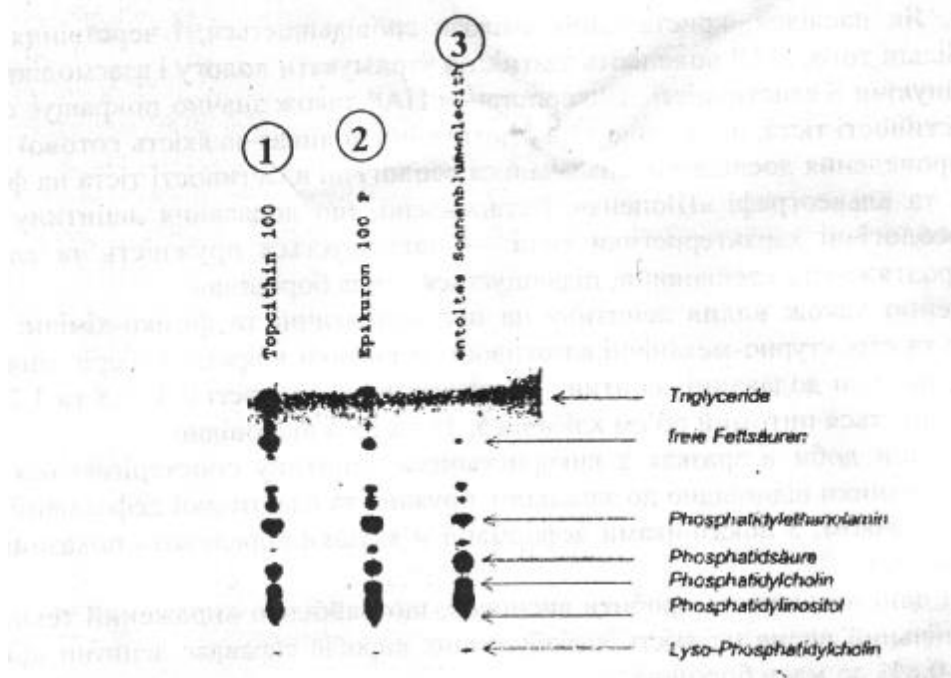


Рис. 1 – Сравнение состава образцов соевого (1,2) и подсолнечного (3) лецитинов

Центральной лаборатории Укрхлебпрома были проведены пробные выпечки с использованием сухой пищевой добавки «Лецитин» из подсолнечного фосфатидного концентрата по ТУ У02070758.001-99, результаты которых приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испеченных образцов хлеба

Количество добавки, %	Показатели качества хлеба	
	Пористость, %	Объемный выход, см ³
	64	374
0,4	72	449
0,7	68	390
1,0	66	385

Самый лучший образец хлеба был получен с добавлением лецитина в количестве 0,4 %, который характеризовался улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями качества: развита равномерная пористость, увеличен объемный выход, светлый цвет мякиша. Добавка лецитина улучшает реологические свойства теста, его пружинистость и эластичность. В результате проведенной работы установлено, что наиболее позитивно влияет на качество хлебобулочных изделий добавка лецитина (0,3-0,5) % к массе муки в тесте.

Кроме того, лецитины являются поверхностно-активными веществами, обладающими способностью стабилизировать эмульсии и суспензии. Эмульгатор обеспечивает получение стойких эмульсий за счет снижения поверхностного натяжения на границе раздела водно-молочной и жировой фаз, а также создания стойких защитных пленок на поверхности капель дисперсной фазы. Одновременно эмульгатор улучшает пластичные свойства маргаринов. Для производства маргаринов используют следующие эмульгаторы: Palsgaard 0097, Palsgaard 0291, лецитин и другие эмульгаторы, разрешенные МОЗ Украины. Определялись стойкости маргариновой эмульсии и потребительских свойств маргарина, при использовании новых видов лецитина в сравнение с используемым в настоящее время лецитином. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний лецитина

Содержание жира в маргарине, %	Количество ПАВ, %			Стойкость эмульсии
	PALSGAARD 0291	Лецитин ЗАО «ДОИРЕА»	Лецитин соевый стандартный	
82	0,2	0,05	-	стойкая
	0,2	-	0,1	стойкая
72	0,35	0,05	-	стойкая
	0,35	-	0,1	стойкая
60	0,6	0,2	-	стойкая
	0,6	-	0,4	стойкая
50	0,3	0,05	-	стойкая
	0,3	-	0,1	стойкая

По результатам проведенных испытаний установлено, что лецитин создает довольно стойкие маргариновые эмульсии в соединении с эмульгаторами, которые используются для производства маргаринов, имеющих состав жира (82,72,60,50) %.

Лецитин может быть рекомендован к использованию в маргариновом производстве в соединении с эмульгаторами, что используются для производства маргаринов, в количестве (0,05-0,2) % для маргаринов с количеством жира (82,72,60 и 50) %.

В дальнейшем процессе производства маргарина количество лецитина может быть занижено.

Нами разработана методика по подготовке эмульгатора «Лецитин» при производстве маргарина. Для получения стойкой эмульсии используют одновременно два эмульгатора моноглицерид и лецитин в зависимости от типа маргарина. Применяют эмульгаторы в виде масляных растворов. Дезодорированное масло подогревают до температуры (80-90) °С, после чего при постоянном перемешивании дают заданное количество моноглицерида. По истечении 20 мин раствор охлаждают до температуры (50-60) °С и при медленном перемешивании дают лецитин. Раствор эмульгатора выдерживают при перемешивании 20 мин. После чего направляют в двухсекционную емкость на весах. Следует помнить: в течение всего технологического процесса смесь должна находиться при постоянном перемешивании, температура ее не должна превышать 60 °С.

Также добавка лецитина была опробована в производстве пищевых продуктов на таких предприятиях г. Днепропетровска:

— Днепропетровский хладокомбинат – при производстве вафельных стаканчиков и шоколадной глазури;

— Днепропетровский хлебозавод №9 – производство печенья, вафельного листа;

— Днепропетровская кондитерская фабрика – при выпечке двух видов печенья «Сумиш-12» и «Хоккей», а также вафельного листа. Применение добавки лецитина во всех выше указанных продуктах показало положительный эффект.

Выводы

1. Сравнение подсолнечного лецитина с соевым аналогом производства фирмы «Lukas Meyer KG» (Германия) показало, что подсолнечный лецитин по основным показателям идентичен зарубежным аналогам, а по некоторым превосходит их.

2. Установлено, что внесение подсолнечного лецитина приводит к уменьшению количества сырой и сухой клетчатки, повышается эластичность и растяжимость, уменьшается разжижение теста.

3. Установлено, что наиболее позитивно влияет на качество хлебобулочных изделий добавка лецитина в количестве (0,3-0,5) % к массе муки в тесте.

4. Установлено, что подсолнечный лецитин создает довольно стойкие маргариновые эмульсии в соединении с эмульгаторами, которые используются для производства маргаринов, имеющих состав жира 82,72,60 и 50 %.

Литература

1. Дробот В.И. Технологія хлібопекарського виробництва. -К.: Логос, 2002.- 46с.
2. Плахов В.И. К вопросу о влиянии поверхностно-активных веществ на свойства клейковины, теста и качество хлеба из пшеничной муки: Автореф. дис. канд. техн. наук: -М., 1991.
3. Сидорова О.Г. Сравнительные исследования эффективности применения в хлебопечении различных групп ПАВ: Автореф. дис. канд. техн. наук: -М.,1976.

ОДЕРЖАННЯ ХАРЧОВИХ ПАР З ВИКОРИСТАННЯМ РЕАКЦІЇ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ

Демидов І.М., д-р техн. наук, професор, Златкіна Г.І., асп.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У статті розглядаються різноманітні способи одержання харчових поверхнево-активних речовин за допомогою процесів алкоголізу та переетерифікації харчових жирів з етиловим спиртом та продуктами етерифікації етанолу та харчових кислот. Проаналізовано можливості використання одержаних продуктів у харчовій промисловості без розділення на окремі компоненти.

In the article the different ways of receiving of food surface-active matters by the processes of alcoholysis and interesterification of food fats with ethyl alcohol and the products of etherification of ethanol and food acids are examined. The possibilities of using of the received products in food industry without dividing into separate components are analyzed.

Ключові слова: харчові поверхнево-активні речовини, алкоголіз, переетерифікація, моноацилгліцероли, діацилгліцероли, емульгуючі властивості, харчові кислоти.

Харчові поверхнево-активні речовини ліпідної природи, а саме моноацилгліцероли, діацилгліцероли та їхні похідні, в Україні у промислових об'ємах не виробляються. Разом з тим, багато галузей харчової промисловості використовують їх достатньо широко та у помітних об'ємах. Це й олійно-жирова галузь (виробництво маргаринів та жирів спеціального призначення), це й кондитерська промисловість, де такі емульгатори використовуються для одержання збитих кремів, бісквітних виробів тощо, це й виробництво деяких видів молочної продукції, виробництво морозива, це й харчоконцентратна промисловість та деякі інші виробництва [1,2]. У ході досліджень, що проводяться на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», було встановлено, що достатньо ефективні харчові ПАР можуть бути одержані з використанням реакції переетерифікації (як у варіанті алкоголізу, так і власно переетерифікації). Чому нашу увагу привернув саме такий шлях одержання ПАВ? Реакція переетерифікації достатньо проста в апаратурному оформленні та за проведенням процесу. Дуже важливою є та обставина, що багато заводів ОЖП України засвоїли цю технологію, як у хімічному, так й у ферментативному варіанті проведення процесу.

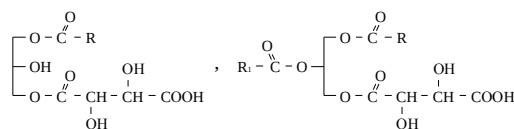
З цієї точки зору розробка технології одержання харчових ПАР з використанням реакції переетерифікації є вельми актуальною задачею. Рішення цієї задачі дозволить реалізувати присутні в Україні можливості виробництва харчових ПАР на багатьох заводах олійно-жирової галузі з використанням обладнання, що є на виробництвах, та відмовитися від імпорту цих інгредієнтів (на даному етапі частково). У подальшому, економіка покаже, у якій мірі таке виробництво буде вигідним. Нами показана принципова та технічна можливість одержання цілої низки харчових ПАР вказаним шляхом [3,4]. На чому основана наша впевненість у конкурентних перевагах запропонованої нами схеми одержання суміші моноацилгліцеролів та діацилгліцеролів різного жирнокислотного складу у порівнянні з товарними моноацилгліцерами, що поставляються в Україну різними фірмами? Справа в тому, що при одержанні такого продукту вельми суттєва доля витрат доводиться на очистку моноацилгліцеролів від початкових речовин та побічних продуктів реакції. Так, в цьому виробництві застосовується молекулярна дистиляція моноацилгліцеролів, що потребує для свого здійснення досить дорогого та унікального обладнання, яким не володіє жоден з заводів в Україні.

Нами пропонується проводити етаноліз жиру, що направляється згодом на виробництво маргарину або спеціальних жирів. В ході реакції етанолізу утворюються моноацилгліцероли, діацилгліцероли, етилові естери жирних кислот та деяка кількість гліцеролу. Основна ідея використання цих ПАР полягає в тому, щоб суміш продуктів реакції, що утворилася, після промивки від гліцеролу, каталізатора та адсорбційної очистки, використовувати як суміш з високим вмістом ПАР без дорогоцінного розділення її на компоненти. В роботі [3] показано, що при використанні кислих каталізаторів вихід моноацилгліцеролу може складати більш третини реакційної суміші. В цій же роботі встановлено, що емульгуючі властивості такої суміші посилюються наявністю у ній діацилгліцеролів та, вірогідно, етилових естерів жирних кислот. Крім того відомо, що діацилгліцероли та етилові естери жирних кислот відносяться до функціональних жирових компонентів, завдяки яким знижується рівень ліпідів у плазмі крові, знижується рівень холестеролу низької густини у крові, відбуваються інші фізіологічно важливі та корисні перетворення цих продуктів в організмі людини. У випадку застосування у якості каталізатора такої нехарчової речо-

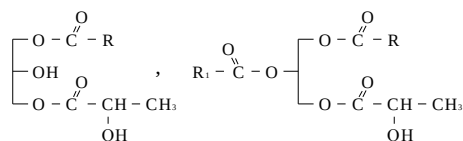
вини як алкілбензолсульфокислота (АБСК), очистка від неї не представляє важкості. Після традиційних операцій промивки водою та адсорбційної очистки у жировій фазі реакційної суміші АБСК не виявляється. Якщо сьогодні на більшості заводів ОЖП України переестерифікований жир став важливим компонентом, який широко використовується у багатьох жирових продуктах, то використання разом з ним продуктів етанолізу жирів, а в деяких випадках, можливо і замість переестерифікованого жиру, не складе проблеми при впровадженні цієї технології у промисловість. Діюче обладнання повинно бути доповнене апаратом для відгонки етанолу, що не вступив в реакцію. Таке обладнання є недорогим, типовим та може бути виготовлене як на спеціалізованих виробництвах, так і безпосередньо на олійно-жировому виробництві. У конструкцію реакторів переестерифікаторів, що діють на заводах ОЖП України не треба буде вносити зміни.

Звичайно, буде потрібна чимала робота по розробці рецептур жирової продукції (як емульсійного типу, так і спеціалізованих жирів) з використанням нових жирових сумішей з високим вмістом ПАР. Тим більш, що у запропонованому варіанті технології виробництва жирових продуктів для кожного з них реально підібрати свої ПАР з різним співвідношенням компонентів (моноацилгліцеролів, діацилгліцеролів та етилових естерів жирних кислот), а також з різним жирнокислотним складом цих компонентів. Така сумісна робота НТУ «ХПІ» з Запорізьким ОЖК вже розпочата.

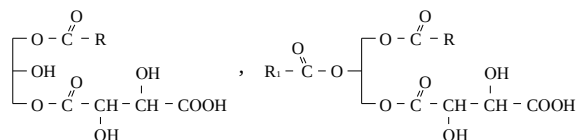
Ще одним напрямком одержання харчових ПАР є одержання похідних моноацилгліцеролів та діацилгліцеролів, у молекулах яких вільні гідроксильні групи гліцеролу етерифіковані лимонною, молочною, винною та іншими низькомолекулярними харчовими органічними кислотами.



Моно- та діацилгліцеролі, етерифіковані лимонною кислотою



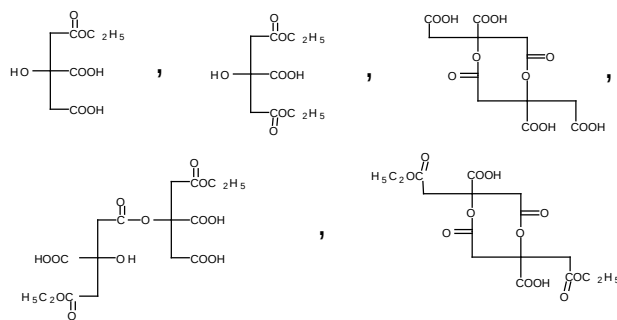
Моно- та діацилгліцеролі, етерифіковані молочною кислотою



Моно- та діацилгліцеролі, етерифіковані винною кислотою

Досить простим шляхом одержання таких продуктів є наступний. Спочатку здійснити етерифікацію вказаних кислот етанолом. Потім провести переестерифікацію одержаного продукту етаноліза з харчовим жиром різноманітного жирнокислотного складу. Одержання таких продуктів з використанням лимонної кислоти та опис деяких їхніх поверхнево-активних властивостей наведено в роботі [4]. На сьогоднішній час нами досліджена можливість одержання ПАР такого типу з використанням молочної кислоти. Одержані позитивні результати, показано, що ПАВ такого типу мають властивості, які дозволяють вдало їх застосовувати в технології одержання жирів спеціального призначення.

Слід відмітити, що через багатофункціональність речовин, що використовуються (наприклад, лимонна кислота має в молекулі три карбоксильні та одну гідроксильну групи) виникає безліч варіантів протікання процесу етерифікації та переестерифікації з одержанням великої кількості продуктів у реакційній суміші (у тому числі лактонів, лактидів, частково або повністю етерифікованих етанолом по кислотним групам), наприклад:



Кожен з таких продуктів здатний вступати в реакцію з триацилгліцеридами з утворенням ще більшої різноманітності продуктів, що відрізняються жирнокислотним складом, положенням групи, що містить низькомолекулярну кислоту, природою замісника тощо, що дає можливість регулювання поверхнево-активних властивостей одержаної реакційної суміші. Якщо на першій стадії реакції естерифікації низькомолекулярної кислоти етанолом використовувати різні умови та різне співвідношення «кислота : етанол», то набір продуктів та властивості одержаної суміші (насамперед поверхнево-активні) можна регулювати у достатньо широких межах. Нові варіанти одержання продуктів реакції переестерифікації триацилгліцеролів виникають у залежності від того, чи відганяли чи ні надлишок етанолу після першої стадії реакції. У випадку якщо у реакційній суміші на другій стадії реакції присутній етанол, то наряду з реакцією власне переестерифікації буде протікати реакція етанолізу триацилгліцеролів етанолом, що розглянуто на початку статті. Моно- та діацилгліцерили, що утворюються, своїми гідроксильними групами будуть вступати в реакцію з кислотними групами ефірів низькомолекулярних кислот з етанолом. При цьому утворюються все нові варіанти ПАР. Таким чином, варіюючи умови проведення реакцій на першій та другій стадіях процесу можна добитися одержання продукту з вельми широким набором властивостей. І в цьому випадку відсутня необхідність розділяти реакційну суміш на індивідуальні компоненти. Достатньо встановити зв'язок поверхнево-активних властивостей одержуваного технічного продукту від набору та співвідношення сировинних компонентів, а також від умов проведення процесу. Технологія харчових ПАР у такому варіанті може з успіхом бути реалізована на будь-якому з олійно-жирових підприємств, що мають установки переестерифікації. Набір одержуваних ПАР дозволить задовольнити майже будь-які потреби підприємств ОЖП у ПАР та знизити витрати на їхнє придбання у закордонних фірм. Крім того, за такою ж схемою можуть бути одержані ПАР технічного призначення з жирових відходів підприємства. Останній захід дозволить знизити навантаження на навколишнє середовище та перетворити продукти, утилізація яких потребує витрачання грошових коштів, у продукцію, що приносить прибуток.

Висновки

1. На підприємствах ОЖП України, що обладнані установками переестерифікації, є усі можливості для забезпечення власної потреби у харчових ПАР.
2. Властивості одержуваних ПАР (як фізико-хімічні, так і поверхнево-активні) можуть регулюватися у широких межах в залежності від складу сировинних компонентів та умов проведення реакцій.
3. Немає необхідності розділяти продукти, що утворюються в результаті запропонованої схеми ведення технологічного процесу, на індивідуальні компоненти, а можна використовувати у вигляді суміші, що значно здешевлює їхнє виробництво.

Література

1. Прокофьева Л.Ю. Использование биоприоритетных ПАВ в пищевых отраслях промышленности / Л.Ю. Прокофьева, В.А. Панкратов // *Масла и жиры*. – 2002. – № 4. – С. 1 – 2.
2. Прокофьева Л.Ю. Использование биоприоритетных ПАВ в пищевых отраслях промышленности / Л.Ю. Прокофьева, В.А. Панкратов // *Масла и жиры*. – 2002. – № 5. – С. 1 – 2.
3. Демидов И.Н. Использование реакции алкоголиза для получения пищевых поверхностно-активных веществ / И.Н. Демидов, А.И. Златкина // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. – 2007. – № 27. – С. 87 – 92.
4. Демидов І.М. Дослідження поверхнево-активних властивостей продуктів переестерифікації етилових естерів лимонної кислоти із харчовими жирами / І.М. Демидов, Г.І. Златкіна // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. – 2008. – № 43. – С. 42 – 46.

УДК 665.112.1

ЗАСТОСУВАННЯ β -КАРОТИНУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ У ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИРОВИХ ПРОДУКТАХ

Бєлінська А.П., асп., Кричковська Л.В., д-р біол. наук, професор
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуто питання дефіциту поліненасичених жирних кислот та β -каротину серед населення України, подано шлях вирішення даної задачі. На основі рослинних олій та каротину біотехнологічного походження створено вітамінізований продукт харчування, що має збалансований жирнокислотний склад і стабільність до окисного псування. Визначено, що період індукції розробленого продукту при 90 °C збільшилася в 2 рази у порівнянні з розчином каротину у соняшниковій олії подібної концентрації.

The question of the polyunsaturated fatty acids and β -carotene deficit among population of Ukraine is reviewed, the way to solve this task is shown. The vegetable oils choice and β -carotene for development of functional foodstuff product having balanced fatty acids composition and being stable against oxidative deterioration is carried out. It has been determined that the period to inductions of designed product increased under 90 °C in comparison with β -carotene solution in sunflower oil like to concentrations.

Ключові слова: поліненасичені жирні кислоти, β -каротин, вітамінізація, період індукції, антиоксиданти, сезамол, сезамін.

В умовах сучасної ринкової економіки актуальним є питання представлення на ринку вітчизняної конкурентоспроможної вітамінізованої масложирової продукції за доступною ціною та з високою якістю.

Обстеження населення України, що регулярно проводяться Центром медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України в різних регіонах країни, свідчить про істотні відхилення в харчуванні практично усіх груп населення, що вкрай негативно позначається на здоров'ї нації: скорочується середній строк життя, знижується працездатність населення та стійкість до захворювань. Дослідження, що проведені в останні роки, говорять про нестачу у раціоні харчування населення багатьох біологічно активних речовин, у тому числі про низький рівень споживання поліненасичених жирних кислот ω -3 групи, β -каротину та вітаміну А [1].

Так сталося історично, що населення нашої країни в основному споживає продукти, що містять жирні кислоти групи ω -6 – соняшникову, кукурудзяну олії і практично виключили зі свого раціону олії, що багаті на жирні кислоти групи ω -3 – лляну, соєву, рапсову, ріжикову. Слід зазначити, що серед безлічі жирних кислот, що складають основу триацилгліцеридів олій, тільки дві не можуть синтезуватися в організмі людини і, таким чином, є незамінними – це лінолева (9, 12-октадекадієнова, належить до групи ω -6 жирних кислот) і α -ліноленова (9,12, 15-октадекатрієнова, група ω -3) [2]. Роль цих кислот полягає в тому, що вони беруть участь у побудові клітинних мембран, у синтезі гормонів, регулюванні обміну речовин у клітинах, сприяють виведенню з організму надлишкової кількості холестерину, підвищують еластичність стінок клітин кровоносних судин, знижують ризик захворюваності ішемічною хворобою серця. Таким чином, населенню України для поповнення нестачі в організмі поліненасичених жирних кислот необхідно змінити споживання в бік олій, до складу яких входять ω -3 жирні кислоти [3].

Вміст β -каротину в раціоні також є одним з найважливіших факторів забезпечення та нормального функціонування більшості систем організму людини. Згідно отриманими на сьогодні даними, β -каротин має властивості антиоксиданту, які дозволяють нейтралізувати вільні радикали, реактивні та активовані молекули, що утворюються в процесі певних біохімічних реакцій або з екзогенних джерел, таких як забруднення повітря або сигаретний дим. Вільні радикали можуть пошкоджувати молекули ліпідів в клітинних мембранах так само, як і генетичний матеріал у клітинах, що може спричинити розвиток онкологічних захворювань [4]. Але бета-каротин є нестабільним до дії окислювальних факторів, таких як: висока температура, наявність світла та ін. [5]. Тому важливим питанням його застосування є попередження руйнування β -каротину, зокрема в олійних розчинах та його стабілізація до окисної деструкції.

Відомий склад салатної олії вітчизняного виробництва, що містить рафіновану соняшкову олію та β -каротин [6]. Недоліком даного продукту є його низький термін придатності через відсутність стабілізації триацилгліцеридів соняшникової олії та β -каротину від окисного руйнування, що не може забезпечити необхідної фізіологічної потреби населення у провітаміні, яка регламентована Міністерством охорони здоров'я України [7].

Аналіз наявної науково-технічної інформації показав, що актуальним завданням є одержання вітамінізованих рослинних олій зі збалансованим жирнокислотним складом та стабільних до окисного псування. Вітамінізовані олії, що вироблені на Україні та у пострадянських країнах, можна поділити на наступні групи [8]:

- вітамінізовані олії з відносно невисокою вартістю, що мають збалансований жирнокислотний склад, але стабілізовані від окисного псування компонентами синтетичного походження;

- вітамінізовані олії з високою вартістю, що збагачені біологічно активними речовинами (шипшини, зародків пшениці, гарбузового, кедрового, лляного олій й ін.), які входять до складу екзотичних олій і не збалансовані за жирнокислотним складом.

Мета роботи – створення вітамінізованого харчового продукту не тільки зі збалансованим жирнокислотним складом, гарними смаковими якостями, але й стабільного до окисного псування за рахунок природних складових, а також привабливого за вартістю. Продукт повинен мати високі антиоксидантні та радіопротекторні властивості відповідно до наказу МОЗ [10], та забезпечувати необхідну фізіологічну потребу населення у вітаміні А та незамінних поліненасичених жирних кислотах.

Результати досліджень. Збалансований жирнокислотний склад та стійкість до окисного псування досягається вибором основи продукту – суміші рафінованих соєвої (40-60 %), соняшникової (20-45 %) та нерафінованої кунжутної (5-30 %) олій, при цьому співвідношення поліненасичених жирних кислот омега-6 до омега-3 в основі – 9:1-10:1 [9]. Вітамінізація продукту відбувається шляхом додавання β -каротину біотехнологічного походження (0,015-0,020 %).

Отримання функціонального продукту на основі рослинних олій з β -каротином згідно розробленої технології включає дві стадії: на першій – отримують суміш олій у вказаному вище співвідношенні, на другій стадії у суміш олій додають олійний розчин біотехнологічного β -каротину відомої концентрації у кількості, що забезпечить необхідну концентрацію β -каротину у вихідній суміші. Таким чином, щоб отримати концентрацію β -каротину у функціональному продукті 0,015 %, необхідно на кожні 925 мл суміші олій додавати 75 мл отриманого олійного розчину β -каротину (8,1 % β -каротину відповідно до 100 % олійної основи).

В експерименті досліджувалися: розроблений продукт – 0,015 %-вий розчин β -каротину в суміші рафінованих соєвої (40-60 %), соняшникової (20-45 %) та нерафінованої кунжутної (5-30 %) олій, 0,015 %-вий розчин β -каротину у соняшниковій олії та 0,2 %-вий олійний розчин β -каротину виробництва НПП Вітан.

Експерименти по дослідженню стійкості до окислювального псування вищеназваних продуктів проводилися за допомогою методу прискореного окислювання [10]. Глибину окислювання встановлювали за пероксидним та кислотним числами у пробах, що відбиралися з періодичністю в 30 хвилин. Значення періоду індукції визначали графічно за кінетичними кривими [11].

Кількісне визначення суми каротиноїдів виконувалося за допомогою обчислення оптичної щільності розчинів продуктів, що досліджувалися, при довжині хвилі 450 нм [11].

Результати визначення пероксидних чисел зразків продуктів, які досліджувалися в процесі окислення, представлені на рис.1.

Експериментальні дані показують, що період індукції розробленого продукту при 90 °C становить 120 хвилин, що у 2 рази вищий у порівнянні з розчином каротину у соняшниковій олії подібної концентрації. Зміна сумарної кількості каротиноїдів при досягненні пероксидного числа 10 ммоль/кг $1/2 O_2$, яка визначалася в процесі окислення зразків продуктів, що досліджувалися, була у межах 4 % для 0,2 %-го олійного розчину каротину, 1,5 % для 0,015 %-го олійного розчину каротину та 0,5 % для розробленого продукту. Результати дослідження свідчать про високий ступінь збереження β -каротину саме у розробленому продукті. Кислотні числа зразків, що досліджувалися у процесі окислення, практично не змінювалися. Присутність антиоксидантів сезамолу і сезаміну кунжутної олії у розробленому продукті захищає його від окисного руйнування та підсилює антиоксидантний вплив β -каротину [12]. Таким чином, розчин β -каротину в обраній олійній суміші представляє собою вітамінізований жировий продукт поліпшеного жирнокислотного складу, стабільний до окислювального псування.

Результати дегустаційних випробувань вітамінізованого харчового продукту показали прийнятні результати та дозволили рекомендувати використання в харчовій промисловості для виробництва продуктів довготермінового збереження. Продукт забарвлений в характерні тони помаранчевого кольору, прозорий, не має осаду. Використання олійного екстракту міцеліального грибу *Blakeslea trispora* як джерела β -каротину гарантує натуральне походження провітаміну, що має велике значення для дієтичного, лікувально-профілактичного та дитячого харчування.

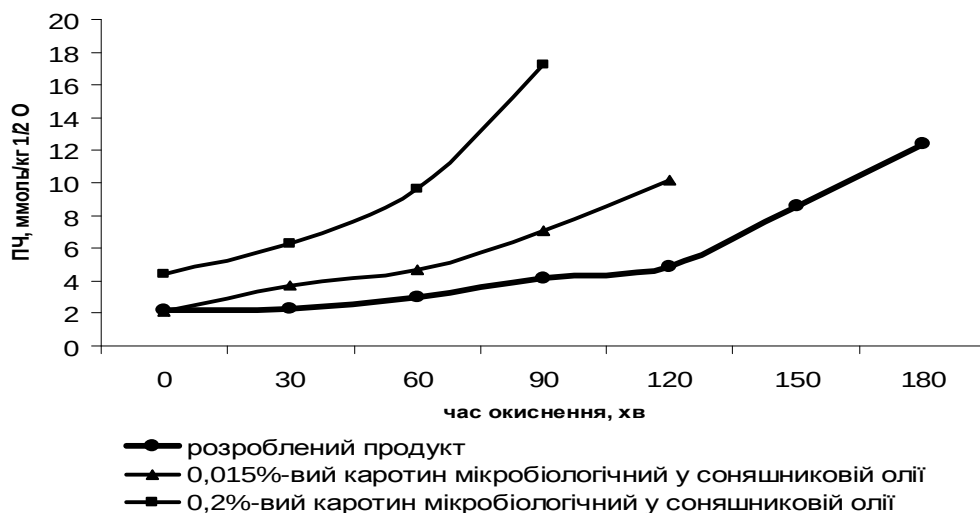


Рис. 1 – Зміна пероксидних чисел зразків у процесі окиснення.

Висновки

Представлена розробка дозволяє розширити асортименти харчових функціональних продуктів з рослинних олій, доступних за ціною, які можуть застосовуватися як у повсякденному, так і у лікувально-профілактичному харчуванні. Вживання даного продукту дозволить вирішити проблему профілактики захворювань, що викликані неповноцінною жирною дієтою – дефіцитом поліненасичених жирних кислот ω -3 групи, – атеросклерозу, надлишкової ваги, передчасного старіння, а також гіповітамінозом вітаміну А – підвищеної втомлюваності, апатії, зниження працездатності, опору організму застудним та інфекційним захворюванням, а також порушенню суперечного зору серед усіх категорій населення країни.

Література

- Смоляр В.І. Основні тенденції в харчуванні населення України [Текст] / В.І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2007. - № 4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.medved.kiev.ua>>
- Основы биохимии. Учебн. для ун-тов по спец. «Биология» / Под ред. А.А. Анисимова. – М.: Высшая школа. – 1986г. – 550с.
- Жиры и масла в детском питании. Конь И.Я., Шилина Н.М. //Масла и жиры. – 2006. - №8. - С.15.
- Jones R. C, Sugie S., Braley J., Weesburger J. Dietary β -carotene in rat models of gastrointestinal cancer.// J. Nutr. -1989. - Vol.119. - N3. - P.508-514.
- Кричковская Л.В. Создание биологически-активных продуктов на основе стабилизированного каротина биотехнологического происхождения. Автореф. дис... д-ра биол. н., К., 2003. - 36 с.
- Патент України №73259, кл. А 23 D 9/00, вид. 15.06.2005 р.
- Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18.11.99 "Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії".
- «Льняной доктор. Прогноз развития». № 1 (29). - січень 2009 г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.dekost.ru/states/310/>>
- А.П.Белинская, Л.В.Кричковская, Т.И.Зекуннова Разработка функционального продукта питания со сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот. Вестник Национального технического университета «ХПИ». - № 15. – 2009г. – С. 94-98.
- Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масло-жировой промышленности / Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Том V. – Ленинград. - 1969г. – 502с.
- Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масло-жировой промышленности/ Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Том I. – Ленинград. - 1967г. – 584с.
- Canfield L.M Sesame seed is a rich source of dietary lignans. // J. Amer. Oil Chem. Soc. 2006. – V.83. - №8. - P.718-723.

ПЛОДИ ДИКОРΟΣЛОЇ СИРОВИНИ – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Хомич Г.П., канд. техн. наук, доцент

Полтавський університет споживчої кооперації України, Полтава

У статті проаналізовано якість дикорослих ягід (аронії, бузини чорної, шовковиці, чорниці, ірги). Запропоновано застосування мультиензимної композиції ферментних препаратів для підвищення виходу соку і збагачення його біологічно активними речовинами. Наведені результати по вивченню якості відходів сокового виробництва.

The quality of the wild-growing berries (aronia, elder black, mulberry, whortleberry, mature saskatoon) is analysed in this article. It this offered the muityenzyme composition of enzymic preparations is offered for increase of the output of juice and enrichment of its biologically active substances. It gives the results of study of the juice production wastes quality.

Ключові слова: дикорослі ягоди, флавоноїди, антоціани, вичавки, мультиензимна композиція, ферменти.

Однією з основних причин патологічних процесів у організмі людини, яка викликає передчасне старіння й розвиток багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних, є надлишкове накопичення вільних радикалів, що підтверджено численними дослідженнями, які проведено останнім часом у різних країнах [1, 2, 3, 4]. Внаслідок погіршення екологічного стану навколишнього середовища з'являються все нові й нові джерела вільних радикалів. Тому зараз виникла нагальна потреба пошуку захисту людини та її здоров'я від їх згубної дії.

Дикорослі ягоди, якими багаті сировинні ресурси України, є справжньою скарбницею біологічно активних речовин (БАР). Вони володіють чітко вираженою фізіологічною дією на людський організм. Природні запаси дозволяють не тільки заготовляти їх для місцевих потреб, але й використовувати у промисловому масштабі.

Враховуючи хімічний склад та лікувально-профілактичну дію дикорослих ягід, використання їх при виробництві продуктів харчування дозволить збагатити останні біологічно активними речовинами та підвищити антиоксидантні властивості харчових продуктів.

Однак, сучасні технології, хоча і дозволяють виготовляти харчові продукти із дикорослих плодів і ягід, недостатньо використовують багатогранний та корисний їх хімічний склад, зокрема технологічний запас поліфенольних сполук, якими багата ця сировина. За складом і вмістом фенольних речовин вони значно випереджають культурні сорти.

Останніми дослідженнями доведено, що не тільки наявністю вітамінів С, Е, β-каротину стримується розвиток хвороб старіння, але й завдяки іншим фітохімічним сполукам, які володіють високою антиоксидантною здатністю. До них, у першу чергу, відносяться поліфенольні сполуки, особливо флавоноїди, до складу яких входять флавоноли, флаволи, флавонони, ізофлаволи, антоціанідини, проантоціанідини. І найактивніший комплекс цих речовин містять саме дикорослі плоди та ягоди. Найвищою антимутагенною активністю володіють флаванони, а найбільшою антиоксидантною – флавоноли, флаваноїди, антоціани і деякі фенольні кислоти [5, 6, 7].

Метою досліджень було вивчення антиоксидантних властивостей дикорослих ягід та використання їх при виробництві харчових продуктів.

Об'єктом досліджень були дикорослі ягоди – аронія, бузина чорна, ірга, чорниця, шовковиця чорна і ферментні препарати пектолїтичної та целюлолітичної дії.

На першому етапі досліджень була визначена якість дикорослих ягід різних регіонів України (Волинська та Рівненська обл. – чорниця, Полтавська обл. – бузина чорна, шовковиця і аронія, Київська обл. – ірга). Контроль якості вхідної сировини проводили за органолептичними, фізико-хімічними показниками та вмістом біологічно активних речовин. Сировину аналізували в стадії споживчої стиглості. При цьому контролювали вміст аскорбінової кислоти, пектинових речовин, розчинних сухих речовин, вуглеводів, титрованої кислотності (в перерахунку на яблучну кислоту), а також органолептичні показники. Одержані результати фізико-хімічних показників наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники дикорослих свіжих ягід, %

Назва показника	Аронія	Бузина чорна	Ірга	Чорниця	Шовковиця чорна
Розчинні сухі речовини	17,40±0,5	14,82±0,4	13,60±0,5	12,71±0,5	16,8±0,4
Зольність	0,85±0,01	0,64±0,03	0,61±0,01	0,41±0,02	0,76±0,03
Титрована кислотність	0,93±0,05	1,05±0,04	0,57±0,04	0,91±0,05	0,38±0,02
Пектинові речовини	1,45±0,05	1,24±0,04	0,41±0,03	0,38±0,03	0,81±0,03
Загальна кількість цукрів	8,70±0,05	7,10±0,03	12,10±0,05	7,21±0,04	12,5±0,04
у тому числі: відновлювані цукри	7,81±0,05	7,08±0,05	12,10±0,03	4,82±0,01	8,70±0,02
Вітамін С, мг/100г	28,73±0,7	27,52±0,9	18,52±0,9	9,30±0,6	15,7±0,5

З фізико-хімічних показників дикорослих ягід слід відзначити досить високий вміст сухих речовин (особливо в аронії та шовковиці чорній), пектинових речовин у аронії та бузині чорній. Значно менше пектинових речовин виявлено в ягодах ірги – на 1,01 % порівняно з аронією, і найменше в ягодах чорниці – на 1,07 % менше, ніж в ягодах аронії. Цукри в ягодах, в основному, представлені моносахаридами, за винятком чорниці, в якій їх вміст складає 67 % від загального вмісту. Максимальна кількість вітаміну С спостерігається в аронії – 28,73 мг/100 г, мінімальна – в ягодах чорниці – 9,30 мг/100 г.

Враховуючи, що в соках з дикорослих ягід рН знаходиться в межах від 2,8 (чорниця) до 5,5 (шовковиця), досліджено вміст фенольних сполук у їх складі і встановлено, що всі досліджувані об'єкти мають багатий вміст флавоноїдів.

Кількісно визначали вміст флавоноїдів у ягодах за допомогою високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі фірми Agilent Technologies (модель 1100). Отримані дані наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вміст фенольних сполук в дикорослих ягодах, мг/100 г

Назва сировини	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоони та їх похідні	Антоціани	Флаван-3-оли	Сума
Аронія	117,18	15,13	316,93	-	449,24
Бузина чорна	-	63,74	666,60	-	730,34
Чорниця	26,20	13,90	622,60	6,20	668,90
Шовковиця чорна	45,66	30,06	232,60	-	308,32
Ірга	34,76	12,89	56,26	7,62	111,53

Найбільший вміст флавоноїдів у бузині чорній та чорниці і дещо менший в інших ягодах. Особливий інтерес викликають антоціани, які містяться в плодах чорниці. За даними різних авторів, ці речовини володіють протизапальною та антиоксидантною дією. Вони сприяють поліпшенню реологічних властивостей крові [8]. Вміст визначених флавоноїдів в ягодах чорниці складає 668,9 мг/100 г і серед них переважають антоціани, які представляють собою глікозиди п'яти агліконів – мальвінідину, пеоїнідину, петунідину, дельфінідину та ціанідину з трьома вуглеводами – глюкозою, галактозою та арабінозою. Загальний вміст антоціанів в ягодах чорниці 622,6 мг/100 г.

Отримані дані підтверджують, що в ягодах дикорослих культур є значний вміст антоціанів, що підвищує антиоксидантну активність продуктів харчування з їх використанням і позитивно впливає на здоров'я людини.

Враховуючи, що дикорослі ягоди – натуральні вітаміноносії, мають різнобічну лікувально-профілактичну дію (особливо здатні підвищувати імунітет, зв'язувати вільні радикали, зміцнювати судини серця та мозку), доцільно отримувати з них соки, а на їх основі виготовляти різні продукти харчування з антиоксидантними властивостями.

Одним із найпоширеніших способів попередньої обробки сировини для підвищення виходу соку є ферментування. Всі плоди і ягоди мають у своєму складі пектинові речовини, які заважають виділенню соку, зменшують його вихід і ускладнюють процес пресування. Найбільше впливає на соковіддачу розчинний пектин, який володіє водоутримуючою здатністю і збільшує в'язкість соку, перешкоджаючи його витіканню. Тому для збільшення виходу соку пектин необхідно зруйнувати. Деградований пектин втрачає здатність утримувати воду і в'язкість соку знижується. Протопектин же повинен бути гідролізований тільки частково, щоб відділити клітини одна від одної і частково зруйнувати їх стінки.

Обробка плодової сировини ферментними препаратами вважається найефективнішою серед існуючих способів попередньої обробки [9, 10]. Промислова обробка рослинної сировини на даний час прово-

диться в основному Пектофоетидином П20х. Однак, певний інтерес викликає вивчення впливу ферментів комплексної дії (пектолітичної та целюлолітичної) на сировину. Це пов'язано з тим, що Пектофоетидин руйнує первинні клітинні оболонки, до складу яких входить протопектин, а Целотерин у свою чергу, розщеплює вторинну клітинну оболонку, до складу якої входять, переважно, целюлози і геміцелюлози. Для дикорослих ягід глибокі дослідження впливу ферментної обробки не проводилися, хоча для цієї сировини, яка погано віддає сік, має значну кількість пектинових речовин у своєму складі, це дуже важливо.

Слід зазначити, що завдяки наявності в складі дикорослих ягід біологічно активних речовин, соки із дикорослої сировини мають високу біологічну цінність. Однак при технологічній переробці та зберіганні антоціани проявляють себе як нестабільні сполуки. Це пов'язано з вмістом у гетероциклічному кільці антоціанів чотирьохвалентного кисню (оксонію), тому вони легко утворюють солі, окислюються, вступають у реакції копігентації (утворюють комплекси з різними безбарвними органічними сполуками: поліцукрами, пептидами, гідролізованими танінами та ін.) і розпадаються, через що знижується біологічна цінність продукту, погіршується його колір і відповідно якість. Основні фактори, які впливають на стабільність антоціанів – ферментативні процеси, температура, кислотність середовища, іони металів, аскорбінова кислота тощо. Тому використання комплексу ферментів, які одночасно володіють пектолітичною та целюлолітичною дією (основну активність яких складають пектинази, арабінази та целюлази), дасть можливість не тільки підвищити вихід соку, але й максимально вивільнити БАР із шкірки ягід. Особливо це важливо для дикорослих ягід з щільною шкіркою, у якій, переважно, і зосереджені фенольні речовини.

З метою максимального вилучення соку, збагаченого біологічно активними речовинами, аналізували різні способи попередньої обробки ягід. Найефективнішою виявилася обробка мезги ягід мультиензимною композицією ферментних препаратів пектолітичної та целюлолітичної дії [9,10].

Для визначення оптимального співвідношення ферментних препаратів у мультиензимній композиції, яка використовувалася для попередньої обробки дикорослої сировини, користувалися ферментними препаратами пектолітичної (Пектофоетидин П20х) і целюлолітичної (Целотерин ГЗх) дії вітчизняного виробництва, що виготовлені на Ладижинському підприємстві «Ензим». Для порівняння ефективності дії обраної мультиензимної композиції дослідження також проводили з імпортним ферментним препаратом Пектинекс ВЕ фірми «Новозим» (Данія).

Найкращим співвідношенням (Пектофоетидину і Целотерину) для вилучення барвних антоціанових речовин з ягід бузини чорної, аронії, чорниці, ірги виявилось співвідношення 1:7 у концентрації 0,08 % до маси сировини, для шовковиці – (1:9-0,1) % до маси сировини. Порівняно з контролем 1, вміст антоціанових речовин при такій обробці збільшується в соках у (1,9...2,4) рази (табл. 3). За контрольні зразки брали: 1 – сік, отриманий з сировини після механічного подрібнення та 2 – сік з механічно подрібненої сировини, що попередньо витримувалася в умовах аналогічних умовам ферментування.

Вірогідно, у зв'язку із тим, що барвні речовини знаходяться переважно в шкірці ягід і в підшкірному шарі, вони міцно зв'язані целюлозою. Руйнуючи целюлозу, целюлолітичні ферменти таким чином збільшують проникність клітин і сприяють вилученню більшої кількості соку з максимальним вмістом у ньому антоціанів.

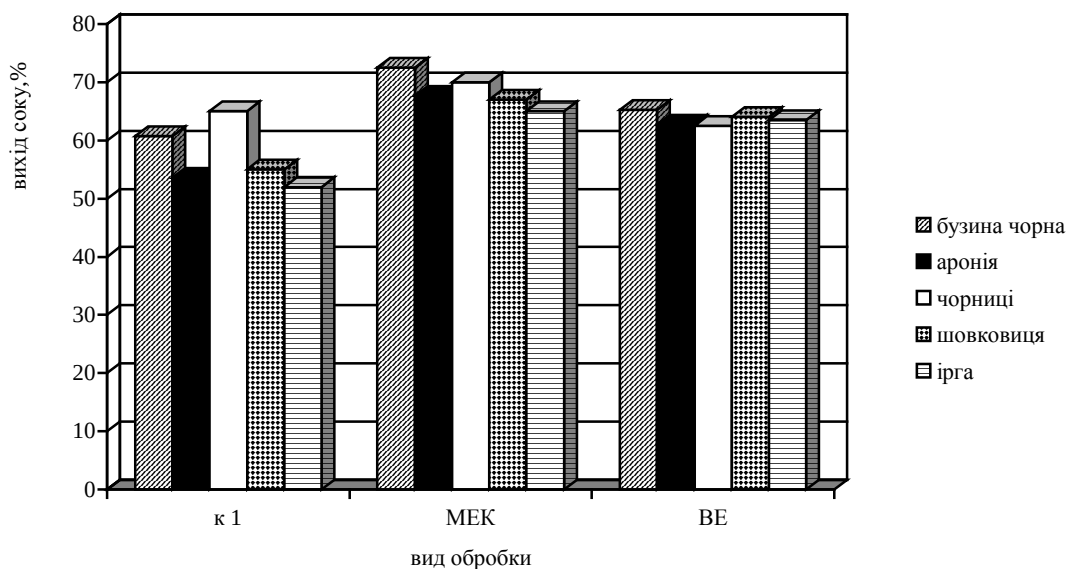
Таблиця 3 – Вплив різних ферментних препаратів на вміст антоціанових речовин у соках

Вид попередньої обробки	Вміст антоціанів, мг/100 г				
	бузина чорна	аронія	чорниця	шовковиця	ірга
Контроль 1	303,3	214,8	176,0	245,7	40,4
Контроль 2	373,1	234,8	276,7	313,7	51,1
Кількість ферментного препарату, %					
0,03% Пектофоетидину П20х	411,2	272,4	360,9	332,1	53,8
0,1% Целотерину ГЗх	497,6	251,4	352,6	328,8	48,4
0,08% або 0,1% МЕК	581,4	375,2	402,6	342,8	55,4
0,04% Пектинексу ВЕ	401,6	226,2	386,0	270,2	51,1

Вміст антоціанів у готовому продукті збільшується в усіх випадках, але при комплексній обробці МЕК ефективність вилучення складає від 39,5 % до 91,7 %, а у чорниці їх вміст збільшився в 2,3 рази у порівнянні з контрольним зразком 1. Ефективність обробки дикорослої сировини імпортним препаратом Пектинекс ВЕ виявилася нижчою за вітчизняні ферментні препарати, особливо порівняно з МЕК.

При обробці подрібнених ягід ферментними препаратами спостерігається також підвищення виходу соку, порівняно з контрольними зразками 1, у всіх видах сировини. Вплив різних способів попередньої обробки дикорослих ягід на вихід соку наведено на рис. 1.

З рис. 1 видно, що вихід соку залежить від виду сировини та від способу попередньої обробки сировини перед вилученням соку. Найвищий вихід соку досягається при використанні МЕК – для різних ягід збільшення виходу коливається в межах (5,0...14,1) %. Вихід соку при такій обробці склав (65...80) % в залежності від виду сировини, а перехід антоціанових речовин у сік збільшився в порівнянні з контрольним зразком (K2) в межах від 8,5 % (ірга) до 55,8 % (бузина чорна).



K1 – контроль; МЕК – обробка мультиензимною композицією; ВЕ – обробка ферментом Пектинекс ВЕ.

Рис. 1 – Вплив різних способів попередньої обробки на вихід соку

Однак, навіть при такій обробці залишається значна частина відходів виробництва, яка складає близько 20 %. І хоча за хімічним складом вичавки відрізняються від свіжої сировини, в них містяться цінні поживні речовини і вони придатні для подальшого використання (табл. 4).

Таблиця 4 – Вміст фенольних сполук у вичавках дикорослих ягід, мг/100 г

Назва сировини	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоноїди та їх похідні	Антоціани	Флаван-3-оли	Сума
Аронія	78,01	18,71	354,14	-	450,86
Бузина чорна	-	36,63	364,14	-	400,77
Чорниця	40,00	34,30	1504,10	12,40	1590,80
Шовковиця чорна	22,60	40,30	183,10	-	246,00
Ірга	8,61	20,93	42,94	3,91	76,39

Вміст визначених фенольних сполук у вичавках аронії складає 450,86 мг/100 г і серед них переважають антоціани - 354,14 мг/100 г, що значно вище, ніж в ягодах чорної смородини – 135,0 мг/100 г [11].

У вичавках шовковиці вміст фенольних сполук значно менший, ніж у вичавках аронії, і складає 246,0 мг/100 г, але й у даному випадку переважають антоціани, їх вміст складає 183,1 мг/100 г.

Найвищий вміст флавоноїдів було виявлено у вичавках чорниці. Як і в ягодах, у вичавках чорниці було визначено 15 антоціанів. Серед них найбільше дельфінідину – 532,3 мг/100 г. Друге місце займає ціанідин, вміст якого знаходиться в межах 435,7 мг/100 г.

Наявність високого вмісту дельфінідину підтверджує високу біологічну активність вичавок, тому що цей аглікон, виділений з чорниці, володіє здатністю пригнічувати клітини раку шлунка та лейкоцитні клітини, на відміну від інших фенольних сполук [8].

Це свідчить про те, що відходи, які утворюються при виробництві соку можуть бути використані для подальшої переробки на харчові продукти, бо містять у своєму складі БАР, які володіють антиоксидантними властивостями.

Отримані харчові продукти (напої, соуси, приправи) з використанням водних екстрактів, вичавок та пюре характеризуються високими показниками якості.

Висновки

Результати досліджень показали, що плоди дикорослих ягід є джерелом біологічно активних речовин і соки, отримані з них, можуть використовуватись для збагачення харчових продуктів БАР та підвищення їх антиоксидантних властивостей. Для підвищення соковиддачі сировини та максимального переведення барвних речовин із сировини в сік рекомендується використовувати для попередньої обробки м'язги ягід мульти-ензимну композицію ферментів пектолitiчної та целюлолітичної дії. Переробка відходів сокового виробництва дасть можливість більш повно використати сировину, розширити асортимент харчових продуктів та поліпшити їх якість.

Література

1. Дадали В.А., Макаров В.Г. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма // Вопросы питания.- 2003.- №5.- С.49-55.
2. Козьяков С.Н., Козьяков А.С. Лекарственные ягодные растения. – К.: Урожай, 1991.- 86 с.
3. Рудковский В.А. Антиокислительные целебные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001.- №4.- С.24-27.
4. Wang Shiow U., Vin Hsin – Shan. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultural and developmental stage. // J. Agr. and Food Chem.- 2000.- 48 № 2.- P. 140-146.
5. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений.- М.: Высшая школа, 1974.-214 с.
6. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. – К.: Вища школа, 1986. – 287 с.
7. Шапиро Д.К., Манциводо Н.И., Михайловская В.А. Дикорастущие плоды и ягоды. – Мн.: Ураджай. – 1988. – 128 с.
8. Induction of apoptosis in cancer cells by Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins / N. Katsube, K. Iwashita, T. Tsushida, K. Yamaki, M. Kobori // J Agric Food Chem. – 2003. – Vol. 51, N 1. – P. 68-75.
9. Деклараційний патент 36823 А Україна, МПК А 23 L 2/02. Спосіб екстракції барвних речовин при виробництві плодових і ягідних соків / Луканін О.С., Хомич Г.П., Ткач Н.І., Кирильченко М.В. (Україна) – № 2000020774; Заявл.14.02.2000; Опубл. 16.04.2001; Бюл. №3.-2 с.
10. Хомич Г.П., Ткач Н.І. Вдосконалення технології виробництва соків з дикорослих ягід // Тези допов. міжнарод. наук.-метод. конф., присвяч.35-річчю академії "Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі" – Харків: ХДАТОХ.– 2002.– С. 28-30.
11. Андрієнко М.В. Аронія чорноплідна на Україні. – К., 1992.- 18 с.

УДК 664.8-021.4

СИСТЕМА ISO – КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕКОЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Осадчук І.В., наук. співр., Задорожний А.В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

ISO – це міжнародна організація зі стандартизації. Відповідно до уставу ISO метою організації є "сприяння розвитку стандартизації у світовому масштабі для полегшення міжнародного товарообміну й взаємодопомоги, а також для розширення співробітництва в області інтелектуальної, наукової, технічної й економічної діяльності".

ISO is international organization on standardization. In accordance with regulation of ISO the purpose of organization is a "assistance development of standardization on a world scale for the facilitation of international barter and mutual help, and also for expansion of collaboration in area of intellectual, scientific, technical and economic activity".

Ключові слова: стандарт, якість, керування, контроль, сертифікація, система, метод, вимоги

У сучасній економіці величезна увага приділяється проблемам якості. Це обумовлено наявністю конкурентного середовища. За методами здійснення конкуренція поділяється на цінову (витиснення конкурентів шляхом зниження, збивання ціни) і нецінову, при якій за ту же ціну пропонується товар з більш високими якісними параметрами та комплексом послуг. Серйозна конкурентна боротьба обумовила в країнах з розвинутою ринковою економікою розробку програм підвищення якості. У наукових дослідженнях і в практиці виникла необхідність вироблення об'єктивних показників для оцінки здатностей підприємств виробляти продукцію з необхідними якісними характеристиками. Ці характеристики підтверджуються сертифікатом відповідності на продукцію. Багато фірм-виробників мають системи якості, що відповідають міжнародним стандартам. У сучасних умовах саме сертифікат на систему якості служить вирішальним фактором для укладання контракту на поставку продукції.

Питанням керування якістю присвячено багато досліджень учених різних країн, накопичено значний досвід в області менеджменту якості. Тому важливо узагальнити основні положення теорії та практики в даній області.

У ринковій економіці проблема якості є найважливішим чинником підвищення рівня життя, економічної, соціальної та екологічної безпеки. Якість – комплексне поняття, що характеризує ефективність всіх сторін діяльності: розробка стратегії підприємства, організація виробництва, маркетинг і ін. У сучасній літературі та практиці існують різні трактування поняття якості. Міжнародна організація зі стандартизації визначає якість (стандарт ISO-8402) як сукупність властивостей і характеристик продукції або послуги, які надають їм здатність задовольняти обумовлені або передбачувані потреби. Цей стандарт увів такі поняття, як "забезпечення якості", "керування якістю", "спіраль якості". Вимоги до якості на міжнародному рівні визначені стандартами ISO серії 9000. Перша редакція міжнародних стандартів ISO серії 9000 вийшла наприкінці 80-х років і ознаменувала вихід міжнародної стандартизації на якісно новий рівень. Ці стандарти вторглися безпосередньо у виробничі процеси, сферу керування й установили чіткі вимоги до систем забезпечення якості. Вони поклали початок сертифікації систем якості. Виник самостійний напрямок менеджменту – менеджмент якості. У цей час вчені й практики за рубежом зв'язують сучасні методи менеджменту якості з методологією TQM (total quality management) – загальним (всеоохоплюючим, тотальним) менеджментом якості.

Основне розходження в поняттях якості лежить між його розумінням в умовах командно-адміністративної та ринкової економіки. У командно-адміністративній економіці якість трактується з позиції виробника. У ринковій економіці якість розглядається з позиції споживача. Разом з тим не можна розглядати якість ізольовано з позицій виробника і споживача. Без забезпечення техніко-експлуатаційних, експлуатаційних і інших параметрів якості, записаних у технічних умовах (ТУ), не може бути здійснена сертифікація продукції.

Важливими властивостями оцінки якості є:

- технічний рівень, що відображає матеріалізацію в продукції науково-технічних досягнень;
- естетичний рівень, що характеризується комплексом властивостей, пов'язаних з естетичними відчуттями й поглядами;
- експлуатаційний рівень, пов'язаний з технічною стороною використання продукції;
- технічна якість, що припускає гармонічне ув'язування передбачуваних і фактичних споживчих властивостей в експлуатації виробу.

Отже, якість є комплексним поняттям, що відображає ефективність всіх сторін діяльності підприємства. Забезпечення якості вимагає чималих витрат. Донедавна основна частка у витратах на якість доводилася на фізичну працю. Але сьогодні висока частка інтелектуальної праці.

Якість визначається дією багатьох випадкових, місцевих і суб'єктивних факторів. Для попередження впливу цих факторів на рівень якості необхідна система керування якістю. При цьому потрібні не окремі розрізнені й епізодичні зусилля, а сукупність мір постійного впливу на процес створення продукту з метою підтримки відповідного рівня якості. Система якості повинна враховувати особливості підприємства, забезпечувати мінімізацію витрат на розробку продукції та її впровадження. Ключову роль у підвищенні якості грають вимоги споживачів, інформація про несправності, прорахунки та помилки, оцінки споживачів. Дослідження, проведені в ряді країн, показали, що в компаніях, що мало приділяють уваги якості, до 60 відсотків часу можуть витрачати на виправлення браку.

Сучасне керування якістю виходить із того, що діяльність щодо керування якістю не може бути ефективною після того, як продукцію зроблено, ця діяльність повинна здійснюватися під час виробництва продукції. Важлива також діяльність щодо забезпечення якістю, що передуює процесу виробництва. Керування якістю неминує оперує поняттями: система, середовище, мета, програма та ін. Під керуванням якістю продукції розуміють постійний, планомірний, цілеспрямований процес впливу на всіх рівнях на фактори й умови, що забезпечує створення продукції оптимальної якості й повноцінне її використання.

Для якості як об'єкта менеджменту властиві всі складові частини менеджменту – планування, аналіз, контроль [1].

Сучасний менеджмент якості базується на результатах досліджень, виконаних великими закордонними корпораціями за програмами консультантів з керування якістю. Це досвід таких відомих фірм як “Хьюлетт-Паккард” та ін. У 80-і роки на політику цих і ряду інших фірм вплинули розробки Ф. Б. Кросбі, У. Е. Деминга, А. В. Фейгенбаума, К. Ісикави, Дж. М. Джурана. Основою діяльності провідних фірм стали наступні напрямки поліпшення роботи:

- зацікавленість керівництва вищої ланки;
- утворення ради по поліпшенню якості роботи;
- залучення всього керівного складу в процес поліпшення роботи;
- забезпечення колективної участі;
- забезпечення індивідуальної участі;
- створення груп по вдосконалюванню систем (груп регулювання процесів);
- більш повне залучення постачальників;
- забезпечення якості функціонування систем керування;
- розробка та реалізація короткострокових планів і довгострокової стратегії поліпшення роботи;
- створення системи визнання заслуг.

Підприємства, що функціонують у ринковій економіці, формують політику в області якості таким чином, щоб вона стосувалася діяльності кожного працівника, а не тільки якості пропонованих виробів або послуг.

Система керування якістю продукції являє собою сукупність управлінських органів і об'єктів керування, заходів, методів і засобів, спрямованих на встановлення, забезпечення й підтримку високого рівня якості продукції [2].

Система керування якістю включає:

- завдання керівництва (політика в області якості, організація);
- система документації та планування;
- документація вимог і їх виконання;
- якість під час розробки (планування, компетентність, документація, перевірка, результат, зміни);
- якість під час закупівель (документація, контроль);
- позначення виробів і можливість їх контролю;
- якість під час виробництва (планування, інструкції, кваліфікація, контроль);
- перевірка якості (вхідні перевірки, міжопераційний контроль, остаточний контроль, документація випробувань);

- контроль за іспитовими засобами;
- коригувальні заходи;
- якість при зберіганні, переміщенні, упакуванні, відправленні;
- документування якості;
- внутріфірмовий контроль за системою підтримки якості;
- навчання;
- застосування статистичних методів;
- аналіз якості та систем прийнятих мір.

Контрольовані показники якості встановлюються залежно від специфіки продукції.

У 1987 р. Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) при участі США, Канади, ФРН були розроблені та затверджені міжнародні стандарти серії 9000 (за системами якості), у яких були встановлені вимоги до систем забезпечення якості продукції, у тому числі до розробки продукції, виготовлення, до організації контролю й випробувань продукції, до її експлуатації, зберігання й транспортування. Одна з головних особливостей моделі ISO полягає в універсальності вимог. Таким чином, вимоги стандартів ISO можна застосовувати для будь-якої організації поза залежністю від її сфери діяльності, ринку, кількості співробітників і т.п. [3].

Міжнародні стандарти ISO 9000 за системами якості включають п'ять найменувань:

1. ISO 9000 “Загальне керівництво якістю та стандарти по забезпеченню якості. Провідні вказівки на вибір і застосування”.
2. ISO 9001 “Система якості. Модель для забезпечення якості при проектуванні й (або) розробці, виробництві, монтажі та обслуговуванні”.
3. ISO 9002 “Система якості. Модель для забезпечення якості при виробництві та монтажі”.
4. ISO 9003 “Система якості. Модель для забезпечення якості при остаточному контролі та випробуваннях”.
5. ISO 9004 “Загальне керівництво якістю й елементи системи якості. Провідні вказівки”.

Система керування якістю продукції повинна задовольняти вимоги:

- 9001 – вимоги до системи контролю й випробувань продукції, сертифікації надійності;
- 9002 – вимоги до системи організації виробництва;
- 9003 – вимоги до системи керування якістю від проектування до експлуатації.

Елементи якості, регламентовані стандартами ISO 9000:

- відповідальність керівництва;
- система якості;
- аналіз контракту;
- керування проектуванням;
- керування документацією;
- закупівлі продукції;
- продукція, надана споживачам;
- ідентифікація продукції;
- керування процесами;
- контроль і проведення випробувань;
- контрольне, виснажливе та іспитове устаткування;
- статус контролю й випробувань;
- керування невідповідною продукцією;
- коригувальні й попереджуючі дії;
- вантажно-розвантажувальні роботи, зберігання, упакування й поставка;
- реєстрація даних про якість;
- внутрішні перевірки якості;
- підготовка кадрів;
- технічне обслуговування;
- статистичні методи.

У 2000 р. три стандарти серії ISO 9001, ISO 9002 і ISO 9003 були об'єднані в новий стандарт ISO 9001:2000. Стандарт ISO 9001:2000 встановлює вимоги до системи менеджменту якості будь-якої організації, що бажає продемонструвати свою здатність стабільно давати продукцію, що відповідає вимогам споживача й відповідних регуляторних вимог і сприятливому підвищенню ступеня задоволеності споживача.

Стандарт ISO 9001:2000 орієнтує виготовлювачів на задоволення очікувань споживачів, серед яких найбільш важливе – безпека продуктів харчування. Всесвітньою організацією охорони здоров'я (WHO) і FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) була розроблена система HASSP (Hazard Analysis and Critical Control Point), в основі якої – визначення критичних контрольних точок і аналіз ризиків, пов'язаних з гігієною та безпекою харчових продуктів.

Дана система заснована на оцінці імовірності виникнення небезпек на будь-якій стадії виробництва й реалізації продукції з метою попередження, зниження або усунення цих небезпек. Введення HASSP означає перенос акценту з великої перевірки готової продукції на профілактичний контроль за небезпеками на всіх етапах життєвого циклу харчової продукції.

Система HASSP є основною моделлю керування якістю й безпекою харчових продуктів у промислових розвинених країнах світу. Впровадження HASSP у країнах ЄС почалося з Директиви по гігієні харчових продуктів 93/43 ЄЕС від 14 червня 1993 р., потім були розроблені національні документи, що регламентують вимоги системи HASSP і процедури її розробки. З 1 січня 2006 року замість Директиви 93/43 введено Регламент ЄС № 853/2004 Європейського парламенту й Ради від 29 квітня 2004 р. по гігієні харчових продуктів. Система визнана на світовому рівні і на сьогоднішній день у країнах Європейського Союзу, США, Канаді впровадження й застосування методу HASSP у харчовій промисловості є обов'язковими.

Інтегрування Системи Менеджменту Якості по ISO 9001:2000 із системою безпеки продуктів харчування більш ефективне, ніж застосування цих систем окремо. У допомогу по розробці інтегрованої Системи Менеджменту Якості на підприємствах харчової промисловості ІСО/ТК 34 було розроблено міжнародні стандарти, що доповнюють один одного:

- ISO 22000 "Системи менеджменту безпеки продуктів харчування", що розглядає аспекти безпеки;
- ISO 15161 "Провідні вказівки по застосуванню стандарту ISO 9001:2000 у харчовій промисловості й виробництві напоїв", що охоплює всі аспекти якості та дає рекомендації, як інтегрувати систему HASSP у діючу Систему Менеджменту Якості.

Головна ідея HASSP – сконцентрувати увагу на тих етапах процесів і умовах виробництва, які є критичними для безпеки харчових продуктів і гарантія того, що харчова продукція не завдасть шкоди споживачеві.

Для того, щоб система HASSP ефективно функціонувала й підтримувалася керівництвом підприємства, вона повинна бути спроектована, розроблена й впроваджена на рівні схеми структурного керування компанією й повинна бути включена в загальні процеси керування.

Політика підприємства в області якості може бути сформульована у вигляді принципу діяльності або довгострокової мети й включати:

- поліпшення економічного становища підприємства;
- розширення або завоювання нових ринків збуту;
- досягнення технічного рівня продукції, що перевищує рівень провідних підприємств;
- орієнтацію на задоволення вимог споживачів певних галузей або певних регіонів;
- освоєння виробів, функціональні можливості яких реалізуються на нових принципах;
- поліпшення найважливіших показників якості продукції;
- зниження рівня дефектності продукції, що виготовляється;
- збільшення терміну гарантії на продукцію;
- розвиток сервісу.

Таким чином, забезпечення якості продукції – це сукупність планованих і систематично проведених заходів, що створюють необхідні умови для виконання кожного етапу петлі якості.

Сьогодні в керуванні якістю важливе значення має наявність на підприємствах сертифікованої системи менеджменту якості на основі вимог і принципів ISO 9001:2008, що є гарантією високої стабільності й стійкості якості продукції. Сертифікат на систему якості дозволяє зберегти конкурентні переваги на ринку. Він визнаний Всесвітньою торгівельною організацією, про нього запитують потенційні замовники, перш ніж вступити в ділові відносини з виготовлювачем продукції. Сертифікація по стандартах ISO 9000 дозволяє вітчизняним підприємствам виходити зі своєю продукцією на світові ринки на рівних умовах із закордонними виробниками.

Література

1. Бичківський Р.В. Управління якістю [Текст] : навч. посіб. / Р.В. Бичковський. – Л. : ДУ "Львівська політехніка", 2000. – 329 с.
2. Шаповал М.І. Менеджмент якості [Текст] : монографія / М.І.Шаповал. – К.: Т-во "Знання", КОО, 2003. – 475 с.
3. Применение статистических методов в задачах управления качеством. [Текст] / Э.М. Векслер [и др.]. – Севастополь: Издательский центр СНИЯЭиП, 2003. – 68 с.

УДК 577.114.8:582.272:615.014.6

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КАПСУЛЬНИХ СТРУКТУРОВАНИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧУВАННІ

Пивоваров Є.П., канд. техн. наук, доцент, Кондратюк Н.В., ст. викл.

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ

В матеріалах статті визначено актуальність проблеми створення харчової форми транспортування бактерій облигатної мікрофлори до відділу тонкого кишечника, представлені шляхи вирішення цієї проблеми за допомогою використання капсул, створених на основі натрію альгінату, проаналізовано ринок харчових продуктів із пробіотичними властивостями. Шляхом вдосконалення існуючих технологій продуктів на основі солей альгінових кислот, зазначено необхідність створення харчових систем, які містять капсули із заданими середовищами для доставки біфідо- та лактобактерій.

Actuality of the creating a food form of transportation obligate bacterial microflora in the department of small bowel was defined in the article, solutions of this problem were presented through the use of capsules based on sodium alginate, market foods with probiotic properties was analyzed. The need to create food systems containing capsules with defined breeding for the delivery of Bifidobacterium and Lactobacillus was considered by improving the existing technologies of manufacturing products based on alginate salts.

Ключові слова: капсульовані напівфабрикати, натрію альгінат, пробіотики, пребіотики, пробіотичні культури, поживне середовище.

Здорова нація – запорука стабільності та прогресивного розвитку держави. Роль суспільства полягає у вдосконаленні існуючих та пошуку нових чинників, зв'язаних з покращенням благополуччя громадянськості.

У Конституції України прописані основи законодавства України про охорону здоров'я, існує чинний Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», розроблено багато програм з раціоналізації харчування українців.

Великий крок у напрямку збагачення класичних продуктів нетрадиційними їстівними компонентами зробили сучасні харчові технології. Це дозволило розширити спектр корисної дії їжі на організм людини, в тому числі і з використанням пробіотиків. Розроблено технології мармеладу на основі пребіотика агара, кондитерські вироби із такими цукрозамінниками, як фруктоза чи стевіозид, хлібобулочна продукція розширює свій асортимент завдяки використанню висівків та грубомеленого борошна, молочна продукція стрімко поповнюється новими брендами, що містять пробіотичні культури.

Ці розробки урізноманітнюють харчування людини, але не вдосконалюють його. За рахунок підвищення споживання таких продуктів, як мармелад, борошняні вироби не можна наповнити організм збагачувальними компонентами, тобто основною складовою даних видів кулінарної продукції все ж таки залишаються вуглеводи, надлишок яких з часом перетворюється на ліпіди, що, в свою чергу, порушує обмін речовин. Зниження долі споживання молочних продуктів, що складає основу раціонів, спричинило кардинальну нестачу білка в організмі людини.

Нераціональне та неадекватне харчування руйнівно діє на життєво необхідні системи та органи людини, стає причиною порушення внутрішнього світу людини – мікрофлори.

Мікрофлора – одна з найпотужніших умов здорового організму. Її розглядають як сукупність численних мікробіоценозів, що займають біотопи на шкірі та слизових оболонках усіх взаємодіючих із навколишнім середовищем порожнин організму. Загальна кількість мікроорганізмів удесятеро перевищує кількість клітин їх носія. У шлунково-кишковому тракті (ШКТ) існують більш ніж 400 видів бактерій – представники 17 різних сімейств. Розмаїття видів та їх кількісного співвідношення на різних ділянках ШКТ являють собою мініатюрні екосистеми (макроорганізм + мікрофлора), у кожній з них повинна бути повна гармонія, у разі існування якої всі учасники системи виконують взаємокорисні функції, знаходяться у симбіотичному стані та підтримують загальну рівновагу. Таке ідеальне або майже ідеальне співіснування називають *нормальною (здоровою) мікрофлорою* [1].

Мікрофлора виконує синтезуючу, регуляторну, десенсибілізуючу, дезінтоксикаційну, ферментативну, захисну та імуностимулюючу функції, тобто підтримує гомеостаз організму. Закон гомеостазу був відкритий Клодом Бернаром у 1857 р.

«Людина здорова та відносно незалежна від змін умов навколишнього середовища до тих пір, поки здатна підтримувати стабільність внутрішнього середовища організму» [2].

Завдяки великій біомасі та ряду окреслених важливих функцій, мікрофлору розглядають як самостійний орган [1].

Мікроекологічні розбалансування у різних біотопах порушують склад та функції нормальної мікрофлори. Такий стан прийнято називати дисбіозом (дисбактеріозом) [1, 3].

Причинами порушення мікроекології людини можуть стати:

1. Характер харчування людини залежно від:
 - віку;
 - пори року.
2. Стан навколишнього середовища залежно від:
 - промислових отрутів та викидів;
 - кількості пестицидів;
 - концентрації іонів важких металів у ґрунтах та рослинах;
 - інших хімічних сполук, що потрапляють до організму через їжу, воду, дихальні шляхи та шкіру.
3. Речовини, що змінюють кінетику епітелію слизових оболонок, продукують муцин.
4. Емоційні стреси, що викликають загибель мікроорганізмів у різних біоценозах [3].
5. Дієти для схуднення та зловживання методами очищення організму від шлаків [1].

Однак, найчастішими факторами мікробіологічних порушень є антибіотикотерапія. У таблиці 1 надані побічні дії антибіотичних препаратів на організм людини.

Таблиця 1 – Найбільш розповсюджені побічні дії антибактеріальної терапії [3]

Характер побічної дії	Небезпечна для життя побічна дія	Побічна дія, що не загрожує життю
Алергічні реакції	Анафілактичний шок, ангіоневротичний набряк гортані	Шкіряний свербіж, кропивниця, висипання, астматичний приступ, риніт, кон'юнктивіт та ін.
Токсичні реакції	Токсична дія на кровотворну систему, канцерогенна дія, тератогенна дія на плід	Ураження слухового та вестибулярного апарату, нирок, периферичної нервової системи, порушення функцій органів травлення, пригнічення імунної системи
Реакції, пов'язані із безпосереднім впливом на мікрофлору	Генералізований кандидоз, сепсис, вторинні пневмонії, менінгіти тощо	Дисбіози у різних біотопах

Таким чином порушення мікрофлори завжди визначається, як наслідкове, тому для його корекції необхідно перш за все видалити основні причини, а заходи щодо відновлення основних функцій мікроеко-системи людини запланувати на другий етап оздоровлення.

На теперішній час виявлено три групи речовин із різними механізмами дії, але єдиним результатом, направленим на стабілізацію функціонування біотопів.

Пробіотики – живі мікроорганізми та речовини мікробного та іншого походження, які за природним способом введення, позитивно впливають на фізіологічні функції, біохімічні та поведінкові реакції організму «господаря» через оптимізацію його мікроекологічного статусу [4].

Пребіотики – натуральні чи синтетичні речовини (харчові продукти та БАД, які стимулюють зростання, або метаболічну активність одного чи декількох) немікробного походження.

Синбіотики – комбіновані в оптимальному співвідношенні пробіотики та пребіотики.

У продуктах харчування клас пробіотиків використовується найчастіше. Сучасні розробки харчової індустрії – продукти із пробіотичними властивостями – дозволяють вирішити найактуальнішу проблему сучасності – дисбіоз ШКТ. Ентеральне введення живих культур корисних бактерій було винайдено ще століття тому І. І. Мечниковим, а доцільність цього і зараз підкріплюється результатами клінічних досліджень (табл. 2). Саме тому вживання біо-йогуртів, біо-кефірів, біо-ряжанок є доцільним та корисним. Однак, цьому існує дві перешкоди.

Перша – «ціна-якість». Встановлення ціни на продукцію, що містить дійсно корисні пробіотичні культури, тобто максимально живі та активні, відштовхує споживачів із малим і, навіть, середнім достатком.

Друга – «психологічний бар'єр», зумовлена тим, що не усі платоспроможні споживачі (тобто люди середнього віку і молодь) бажають вживати продукцію, яка посідає перші місця у переліку страв дитячого та геродієтичного харчування. Працездатне населення українців більш активно купує соуси, сири, ковбаси, борошняні напівфабрикати, солодощі тощо, але збагачення даних видів кулінарної продукції пробіотичними культурами за загальноновживаних технологій неможливо.

Проблема вирішення дисбіозу породжує проблему доставки чинників облігатної мікрофлори до відділів кишечника. Проаналізувавши існуючі форми транспортування на сьогодні визначено, що пробіотики виготовляють у вигляді чистих монокультур (у захисних поживних середовищах або без них), у вигляді пігулок, порошоків, ректальних та вагінальних свічок, жувальних цукерок, гумок, капсул. Культури піддають ліофілійній сушці і надають бажаної форми. На наш погляд для деяких видів пробіотиків найбільш доцільною формою доставки до відділу тонкого кишечника є форма капсул, оболонка яких не піддається руйнуванню та здатна долати бар'єр шлунку, зберігаючи колонію у незмінному стані. Таким чином відповідають капсули на основі альгінату натрію, які отримують за розробленою нами оригінальною технологією. Принципова технологічна схема отримання капсул з цільовими мікробіоорганізмами наведена на рис. 1.

Але така система має певні вади, які полягають у тому, що оболонки мікрокапсул пористі і руйнують дія середовища шлунку може випереджати вихід бактерій з анабіозу. Тому актуальними є дослідження, пов'язані зі зменшенням пористості оболонки та зростання її щільності.

Запропоновані нами розробки спроможні вдосконалити існуючі технології забезпечення споживачів необхідними мікробними культурами шляхом капсулювання їх у живому стані та середовищі, яке спроможне збільшити їх кількість у колонії. На основі проведених досліджень були винайдені способи ство-

рення системи «оболонка – порожнина» [6, 7]. Порожнину заповнює живильне середовище із живими пробіотичними культурами, оболонка представляє систему кальцій – натрій альгінат. За технологічними характеристиками система є термостабільною. За результатами досліджень таких капсул на дослідах *in vitro* було встановлено, що оболонка не піддається впливу хлоридної кислоти, навіть із урахуванням дії пепсину, тому являється найбільш доцільною для виготовлення капсульних напівфабрикатів, що містять біфідобактерії.

Таблиця 2 – Функції лакто- та біфідобактерій [5]

Вид пробіотика	Місце існування	Функції та продукти метаболізму
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Облігатна пристінкова мікрофлора кишечника, просвіт товстого кишечника	— Мають конкурентний антагонізм щодо патогенної та умовно патогенної (ПМ та УПМ) внаслідок синтезу органічних жирних кислот, лізоциму, спиртів; — приймають участь в утилізації харчових субстратів та активізації пристінкового травлення; — сприяють синтезу амінокислот, білків, вітамінів; — покращують всмоктування Ca^{2+}, Fe^{3+}, вітаміну D; — мають імуномодельную дію (перешкоджають деградації <i>slgA</i>, стимулюють утворення інтерферону).
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Облігатна мікрофлора кишечника, що заселяє травний канал (від ротової порожнини до товстої кишки), вульвовагінальна ділянка	— Інhibують зростання ПМ та УПМ, внаслідок активізації синтезу органічних кислот (молочної, бурштинової, оцтової), перекису водню, бактеріоцинів (лектроліну, нізину, дактоцидіну, ацидофіліну); — підвищують активність імунної системи шляхом стимулювання фагоцитарної активності нейтрофілів, гранулоцитів, макрофагів; — приймають участь у синтезі інтерферону, інтерлейкіну – 1; — характеризуються високою активністю ферментів, у тому числі лактази.
<i>Lactobacillus sporogenes</i>	Транзиторна мікрофлора кишечника	— Діють у якості ферментів на вуглеводи, утворюючи молочну кислоту; — найбільш стабільні під час антибіотикотерапії.
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>		— Перешкоджає утворенню ПМ та УПМ; — забезпечує швидке та ефективне заселення кишечника ацидофільними лакто- та біфідобактеріями; — сприяють молочнокислому бродінню; — мають протипухлинну активність.
<i>Streptococcus thermophilus</i>		— мають високу антибактеріальну активність до ПМ, УПМ та вірусних інфекцій; — сприяє приживленню лактобактерій; — покращує розщеплення та всмоктування лактози.

Використання рідких живильних середовищ сприяє швидкому росту колоній, покращенню їх активності та підвищенню рівня продуктів їх метаболізму. Метаболічні функції направлені на підтримку оптимального рівня метаболічних процесів, травної та моторної функцій ШКТ, включають посилення активності ферментів ШКТ, регуляцію рівня ліпідів (холестерину), участь у кон'югації та рециркуляції жовчних кислот, а також сприяють синтезу амінокислот (аргініна, триптофана, тірозіна, цистеїна тощо), вітамінів групи В та К, коротколанцюгових жирних кислот (КЖК) (оцтової, масляної, молочної, пропіонової та інших кислот, що регулюють рН кишечника), біогенних амінів (гістаміна, серотоніна, пиперидина, ГАМК), гормонально-активних речовин (норадреналіна, стероїдів), антиоксидантів (вітаміну Е, глутатіону), лізоциму, секреторного IgA.

В якості рідкого поживного середовища використані системи на основі молочної сироватки. Розмірні характеристики капсул (від 0,5 до 10 мм) дозволяють їх використовувати у якості напівфабрикатів для цілої групи головних харчових продуктів, технологія яких наразі уточнюється.

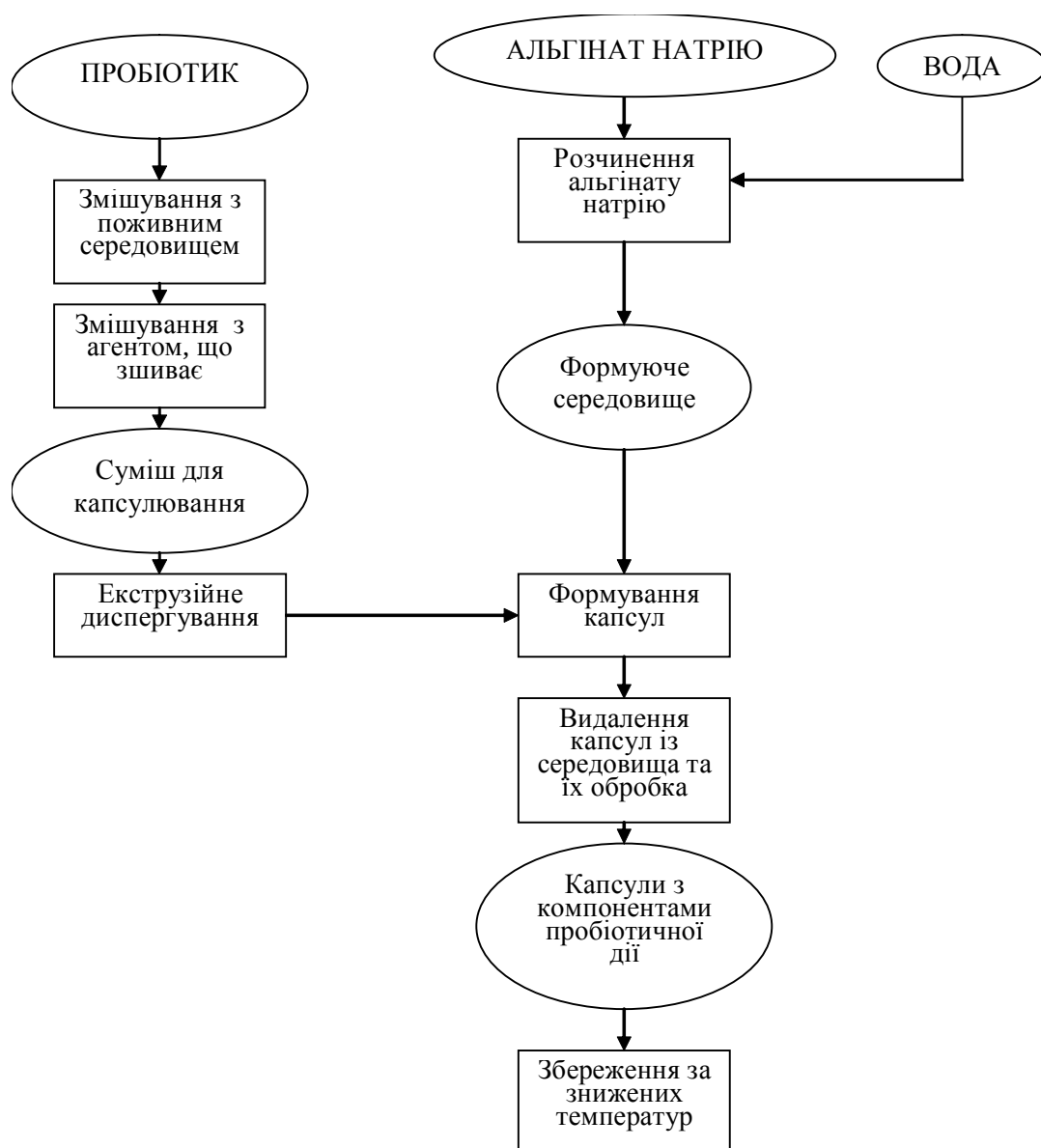


Рис. 1 – Принципова технологічна схема капсульованого напівфабрикату із пробіотичними культурами

Висновки

На основі даних, що описують актуальність проблеми створення форми транспортування чинників облігатної мікрофлори зроблено аналітичний огляд фармацевтичної та харчової індустрії в галузі використання продукції із пробіотичними властивостями. Для активної життєдіяльності бактерій описано необхідність використання рідких живильних середовищ, безпечних для протікання фізіологічних та біохімічних процесів. На основі розуміння механізму сумісної дії пробіотичних культур та пребіотиків на організм людини, запропоновано новий спосіб доставки біфідобактерій до відділів тонкого кишечника засобом розміщення їх у порожнині альгінатної капсули разом із рідким поживним середовищем, в якості якого було використано молочну сироватку. Створені об'єкти дозволять зробити великий крок на шляху розширення асортименту кулінарної продукції із пробіотичними властивостями.

Література

1. Белоусова Е. А., Н. А. Морозова. Возможности лактулозы в коррекции нарушений кишечной микрофлоры//Фарматека. – 2005. - №1(97). – С.1-4.
2. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания.-М.: ООО «Франтера», 2002. – С. 67-69.

3. Бережной В. В., Янковский Д. С., Крамарев С. А., Шунько Е. Е., Дымент Г. С. Нарушения микробной экологии человека: причины и следствия, способы восстановления физиологической нормы//Здоровье женщины.- 2004, № 2(18). – С.170-178.
4. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т.3: Пробиотики и функциональное питание. – М.: «ГРАНТЪ», 2001. – 288 с.
5. Восстановление здоровья путем коррекции нарушений микробиоценоза кишечника с помощью пробиотиков Лактив-ратиофарм и Лактив-ратиофарм^{Acute}.
6. Авдеева О. Ю., Гринченко О. О., Пивоваров Є. П. Обґрунтування використання альгінату натрію для отримання капсульних продуктів//Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Зб. наук. праць, Х.: ХДУХТ, 2005. – Вип.2. – С. 144-148.
7. Авдеева О. Ю., Пивоваров Є. П. Вивчення структурно-механічних показників гелів альгінату кальцію для отримання капсульних продуктів//Вісник ДонНУЕТ. - № 16.: Донецьк.: ДонНУЕТ, 2007. – С. 112-118.

УДК 577.114.8:582.272:615.014.6

ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИФУЗІЇ ІОНІВ КАЛЬЦІЮ В СЕРЕДОВИЩІ НАТРІЮ АЛЬГІНАТУ В ТЕХНОЛОГІЇ КАПСУЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

Рябець О.Ю., канд. техн. наук, асистент, Пивоваров Є.П., канд. техн. наук, доцент,
Гринченко О.О., д-р техн. наук, професор
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

У статті наведено результати встановлення закономірностей дифузії іонів кальцію в середовищі натрію альгінату, що дозволяє обґрунтувати параметри одержання капсульних продуктів з визначеними фізико-хімічними властивостями.

In the article are presented results of establishment of conformities to the law of diffusion of calcium ions in the environment of sodium alginate, that allows to ground parameters of receipt of capsule products with certain physical and chemical properties.

Ключові слова: натрію альгінат, дифузія, іонотропне гелеутворення, капсульні продукти.

Здатність натрію альгінату (AlgNa) до іонотропного гелеутворення під час взаємодії з іонами кальцію (Ca^{2+}) стало підґрунтям його широкого використання у технології структурованих харчових продуктів. Фахівцями ХДУХТ розроблено новий спосіб капсулювання з використанням AlgNa як формуючого середовища, що дозволяє створити принципово нові продукти з капсульною структурою, аналоги осетрової та лососевої ікри, ягід тощо [1].

Моделювання процесу утворення капсул з використанням AlgNa [2] дозволило встановити, що капсулоутворення є складним процесом, в межах якого одночасно має місце хімічна реакція та дифузія іонів Ca^{2+} та альгінової кислоти, що, вцілому, призводить до інерційного встановлення рівноваги з утворенням фізичної форми у вигляді капсули.

При формуванні капсул виникає декілька практичних проблем, пов'язаних з формуванням необхідних структурно-механічних показників та органолептичних властивостей капсульних продуктів. При цьому необхідним є встановлення співвідношення компонентів та параметрів процесу, що забезпечують утворення капсул з визначеними показниками.

Метою дослідження є встановлення закономірностей дифузії іонів Ca^{2+} з розчину кальцію хлориду (CaCl_2) в середовище AlgNa для обґрунтування параметрів одержання капсульних продуктів.

На основі попередніх досліджень [2] було встановлено, що при формуванні капсул виникає оболонка капсульних продуктів визначеної товщини, яка має умовно пошарову структуру, що містить у різних співвідношеннях AlgNa та альгінат кальцію (Alg_2Ca). Концентрація основних компонентів, що беруть участь у капсулоутворенні (AlgNa та CaCl_2), а також тривалість процесу впливають на динаміку накопичення іонів Ca^{2+} у середовищі AlgNa, що пов'язано з утворенням гелеподібного шару визначеної товщини (оболонки капсул). Визначення вмісту іонів Ca^{2+} у зрізаних гелеподібних шарах визначеної товщини оцінювали за допомогою кальцієвого електроду «Еліс-121» після розчинення гелів у 0,1 моль/л етилендіамінтетраоцтової кислоти.

На рис. 1 наведено дані, які характеризують динаміку накопичення іонів Ca^{2+} у різних шарах гелю, що моделює оболонку капсули, за концентрації AlgNa 0,8 %, CaCl_2 – (0,1...0,5) %, з інтервалом витримки (часу взаємодії розчину AlgNa з розчином CaCl_2) (5...90) с.

Із аналізу даних рис. 1 зрозуміло, що фізичне утворення оболонки капсули має складний характер з точки зору перетворення розчину AlgNa в гель Alg_2Ca . Видно, що в перші 5 с обробки капсулоутворення йде з внутрішнього (з точки зору контакту з CaCl_2) шару, вірогідно, за рахунок домінуючої в цей період хімічної реакції. Про це свідчить практичне співпадіння значень максимумів утримання іонів Ca^{2+} в граничній з розчином CaCl_2 шарі (криві 1, 2, 3, 4, 5) з концентрацією CaCl_2 у розчині, що подається.

Стрімке апроксиматичне наближення кривих до осі абсцис свідчить про фактичну відсутність в перші 10 с дифузійних процесів. Починаючи з 10 с обробки, вірогідно, у масоперенесенні іонів Ca^{2+} (що пов'язано з капсулоутворенням) починає домінувати дифузійний процес, результатом якого є зміна агрегатного стану AlgNa у віддалених від зони контакту шарах. Про це свідчать постійні значення концентрації іонів Ca^{2+} в зонах $0,025 \cdot 10^{-3}$ м та $0,05 \cdot 10^{-3}$ м та зростання вмісту кальцію в зонах $(0,1 \dots 0,3) \cdot 10^{-3}$ м щодо міри збільшення терміну взаємодії.

На рис. 2 наведено дані, що характеризують динаміку накопичення іонів Ca^{2+} у більш концентрованому розчині AlgNa (1,0%). Аналізуючи дані, представлені на рис. 1, 2, можна зробити висновок, що темпи накопичення іонів Ca^{2+} в більш віддалених від місця контакту шарах капсули знижуються і на певному віддаленні від зони контакту вони дорівнюють нулю. З цього зрозуміло, що в цій зоні співвідношення розчинної і нерозчинної у воді фази змінюється від максимуму до мінімуму. Видно, що інтенсивність накопичення іонів Ca^{2+} залежить як від концентрації AlgNa , так і концентрації CaCl_2 . Разом з тим з підвищенням концентрації CaCl_2 у розчині нелінійність графіків стає більш вираженою, зона гелю Alg_2Ca розширюється, що свідчить про наявність певного «гальмуючого» ефекту, вірогідно, пов'язаного з формуванням внутрішнього найбільш близького до зони контакту з розчином CaCl_2 насиченого «запираючого» шару.

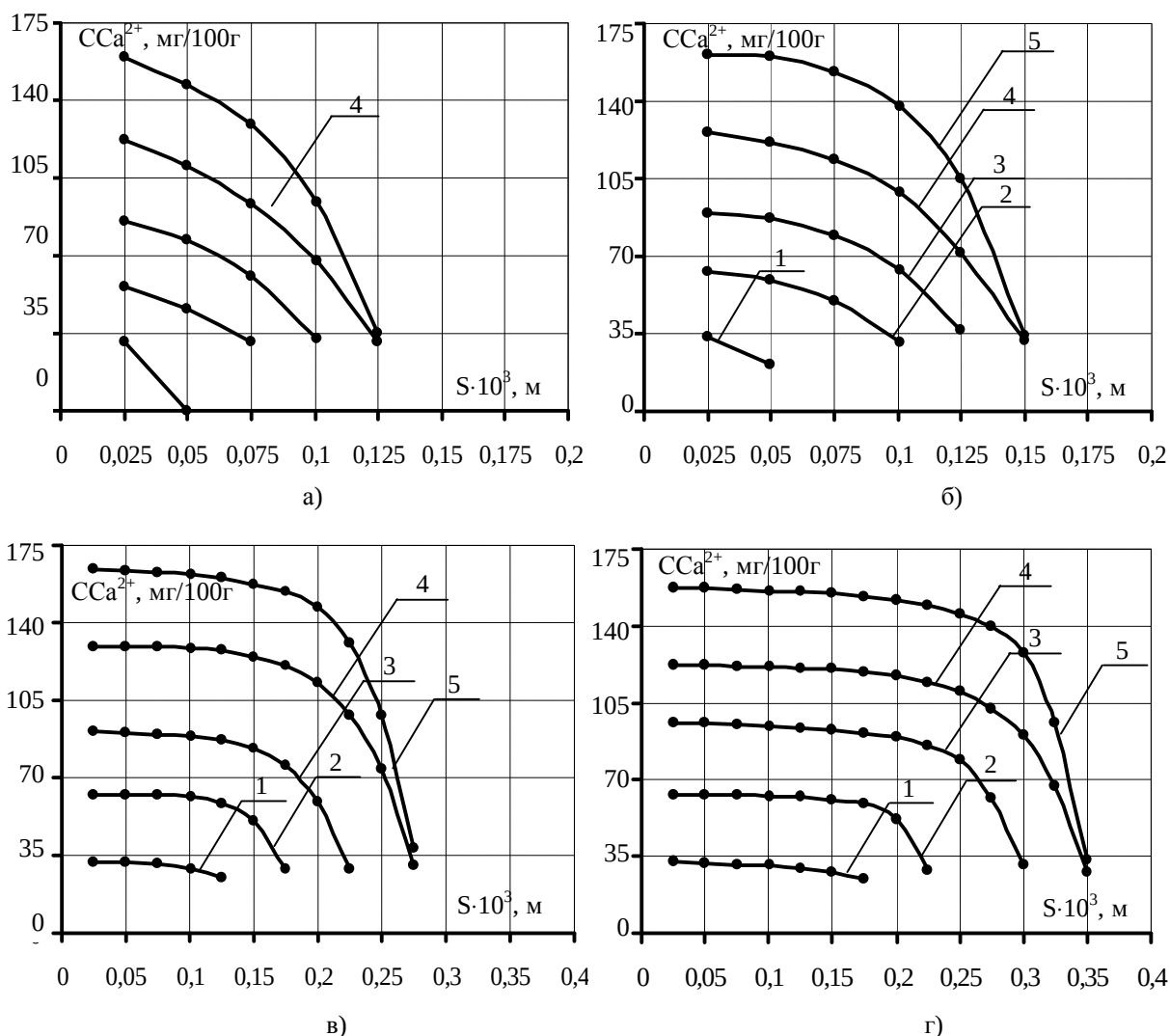


Рис. 1 – Динаміка накопичення іонів Ca^{2+} в розчині AlgNa (0,8%) через 5 с (а), 10 с (б), 50 с (в), 90 с (г) обробки за концентрації CaCl_2 , %: 1, 2, 3, 4, 5 – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

Дійсно, якщо співставити криву 1 з кривими 2, 3, 4, 5 (рис. 2), то за їх характеристиками видно, що зі зростанням концентрації CaCl_2 складність протікаючих процесів зростає. При збільшенні співвідношення концентрацій AlgNa до CaCl_2 , вірогідно, домінуючою є хімічна реакція заміщення, яка не впливає на швидкість дифузії іонів Ca^{2+} . Це свідчить про відсутність виникнення внутрішнього шару Alg_2Ca , що підтверджується лінійним характером кривої. При суттєвому відносному зростанні концентрації CaCl_2 до концентрації AlgNa , миттєво виникає внутрішній більш-менш насичений за Alg_2Ca шар («запираючий»), який виявляє ознаки гелеподібного тіла. Це перешкоджає прямій дифузії іонів Ca^{2+} у розчин AlgNa . Результатом виникнення цього шару є нарощення нелінійності процесу гелеутворення в середовищі.

Співставивши криві 3, 4 та 1, 2 видно, що чим товщий первинний насичений шар, тим більший опір дифузії; за цих умов нелінійність кривих стає більш вираженою.

Це припущення підтверджується при співставленні кривих, що характеризують динаміку накопичення іонів Ca^{2+} у 1,0 % та 0,8 % розчинах AlgNa (рис. 1, 2). Видно, що для 0,8 % розчину AlgNa лінійні темпи спаду вмісту іонів Ca^{2+} у товщі зразка характерні лише для концентрації CaCl_2 0,1 % (криві 1, а, б). Це досягається за високих співвідношень концентрації AlgNa до CaCl_2 та свідчить про вільну дифузію іонів в товщу зразків. Але збільшення концентрації CaCl_2 до 0,2 (крива 2) (за відносною концентрацією до концентрації AlgNa) є достатньою умовою організації насиченого граничного шару, тому проявляється певний опір дифузії і крива приймає нелінійний характер (рис. 1, а).

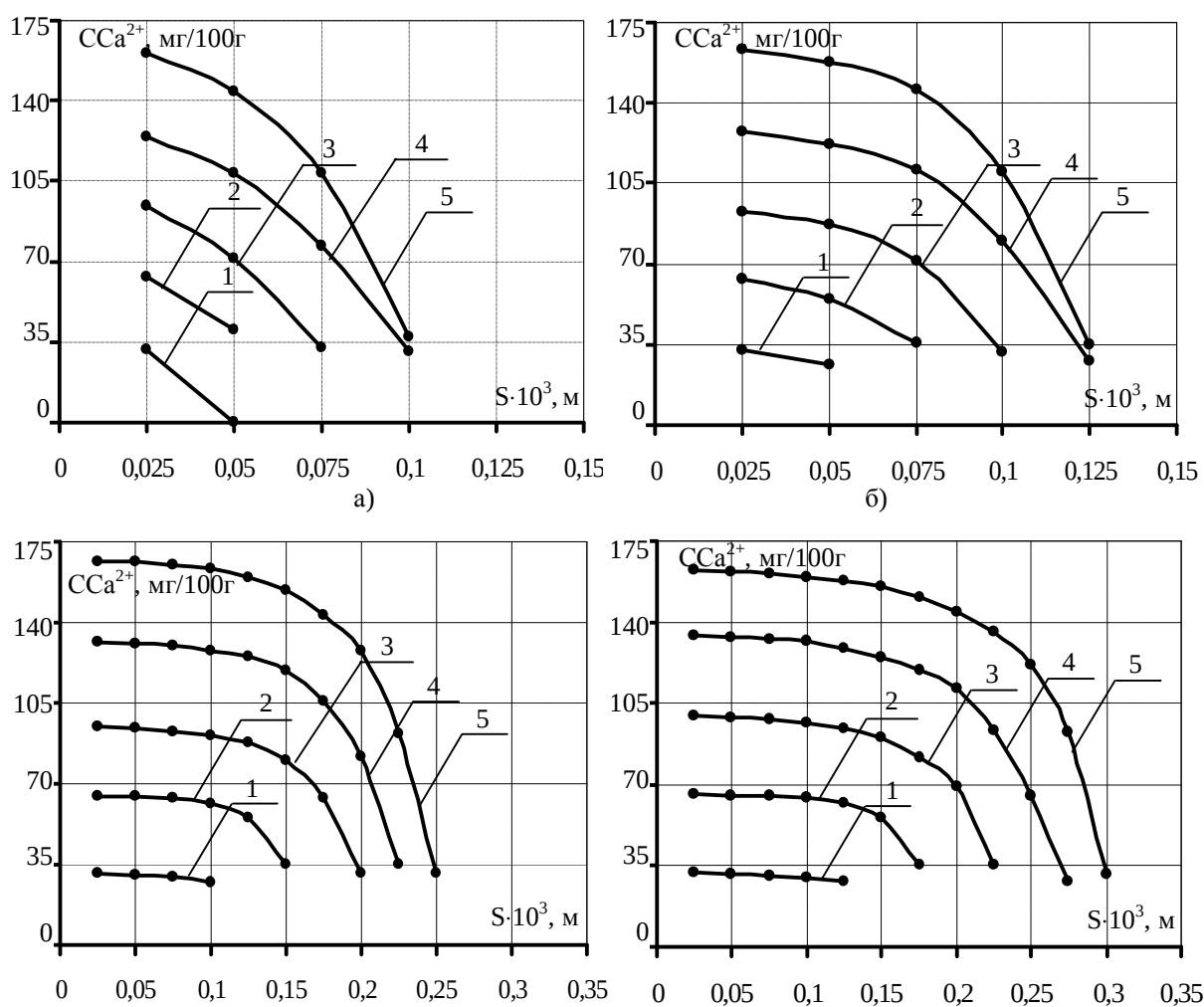


Рис. 2 – Динаміка накопичення іонів Ca^{2+} в розчині AlgNa (1,0%) через 5 с (а), 10 с (б), 50 с (в), 90 с (г) обробки за концентрації CaCl_2 , %: 1, 2, 3, 4, 5 – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

За такої ж тривалості обробки і для такої ж концентрації CaCl_2 (0,2 %), але за умови більшої концентрації AlgNa , тобто збільшення співвідношень речовин (криві 1, 2 на рис. 2 а, б), темпи зменшення накопичення іонів Ca^{2+} в середовищі AlgNa носять виражений лінійний характер, що підтверджує гіпотезу про відсутність внутрішнього насиченого за іонами кальцію шару. Для тривалості обробки 5 с концент-

рація CaCl_2 на рівні 0,3 % (рис. 1) для цієї ж концентрації AlgNa не є умовою насичення граничного шару. Тому проникнення іонів Ca^{2+} в товщу формуючого середовища (розчину AlgNa) також носить лінійний характер. Починаючи ж з 10 с обробки, лінійний ефект втрачається спочатку для концентрації CaCl_2 0,3 %, а для 50 с обробки також і для концентрації CaCl_2 0,2 %.

Одержані закономірності підтверджують припущення, що умовою формування фізичної форми капсули є певна нерівноваженість системи за концентрацією іонів Ca^{2+} в розчині AlgNa. Особливістю цієї нерівноваженості є існування особливої зони («запираючого» шару), яка за ступенем насичення іонами Ca^{2+} була б близькою до насичення або насичена за стехіометричними розрахунками хімічної реакції між реагуючими компонентами. Лише за цих умов виникає спочатку тонкий внутрішній шар оболонки капсули, який з подальшим збільшенням терміну перебування капсули у розчині AlgNa нарощується, утворюючи оболонку капсули з необхідними властивостями.

Дослідження динаміки накопичення іонів Ca^{2+} у середовищі AlgNa з концентрацією 1,5 % підтвердило визначені закономірності (рис. 3). Так, у випадку використання більш концентрованого розчину AlgNa, а значить і необхідності стехіометричного збільшення концентрації CaCl_2 , лінійний характер кривих накопичення іонів Ca^{2+} проявляється як за зростання концентрації CaCl_2 , так і за збільшення часу обробки. Якщо тривалість обробки (5...10) с (рис. 3, а, б), то насичення кальцієм граничних шарів не відбувається (так як це відбувається коли концентрація AlgNa 0,8...1,0 %) і не створюються перешкоди для подальшої дифузії іонів Ca^{2+} у розчині AlgNa. Тому за цих умов розчин AlgNa тільки загущується, а капсулоутворення не виникає. Зі збільшенням тривалості обробки до 50 с та 90 с поступово внутрішній шар насичується, інтенсивність дифузії знижується і починає спостерігатися нелінійність кривих, що характеризують динаміку накопичення іонів Ca^{2+} . При цьому для концентрації CaCl_2 0,3 % нелінійність менш виражена та добре виявляється для даної концентрації AlgNa лише за концентрації CaCl_2 0,4 % та 0,5 %.

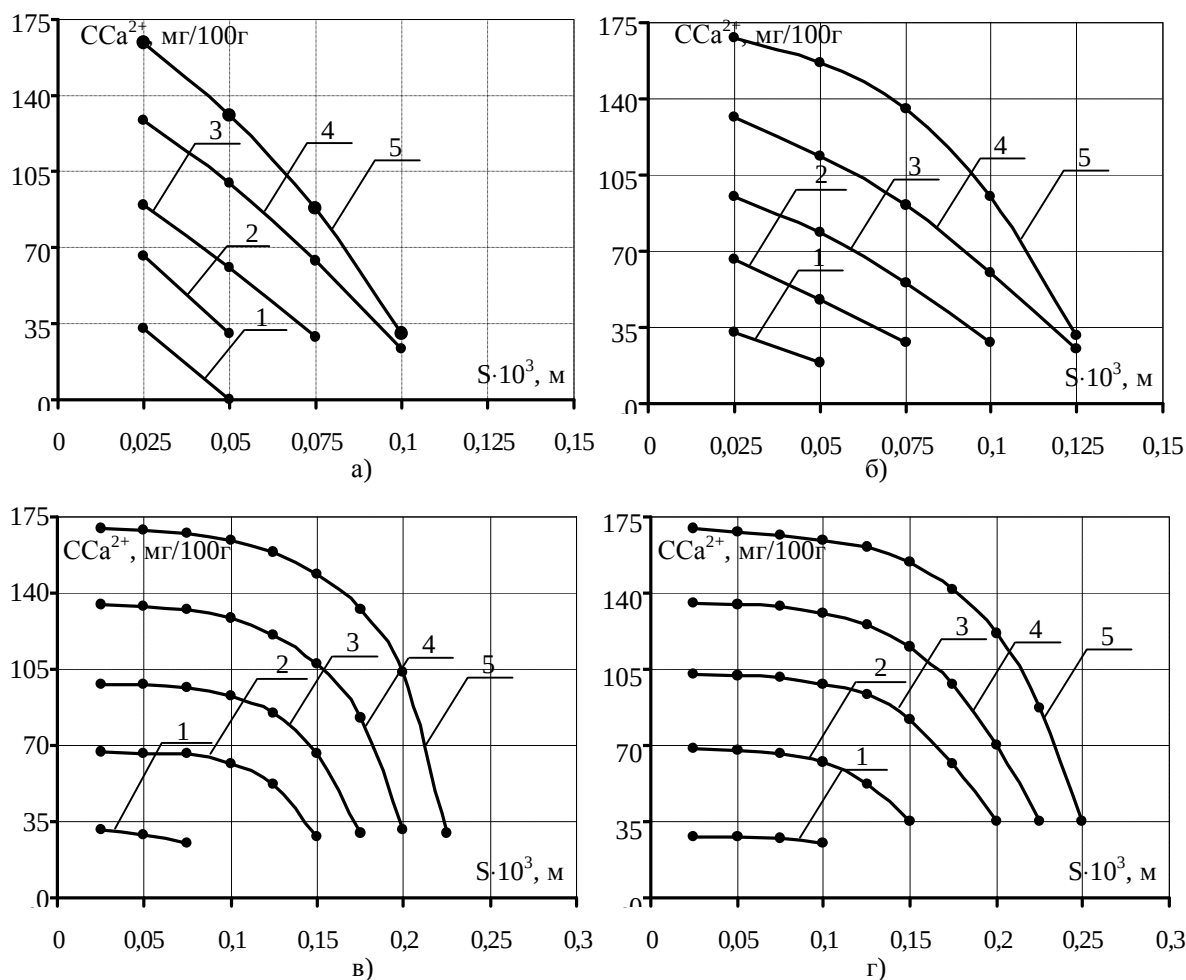


Рис. 3 – Динаміка накопичення іонів Ca^{2+} в розчині AlgNa (1,5%) через 5 с (а), 10 с (б), 50 с (в), 90 с (г) обробки за концентрації CaCl_2 , %: 1, 2, 3, 4, 5 – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5

Згідно проведених досліджень достатньою умовою для формування насиченого шару в діапазоні концентрацій AlgNa (0,8...1,5) % є час взаємодії розчинів (50...90) с та концентрація CaCl_2 (0,2...0,5) %.

Співставлення характеру кривих на рис. 1 (г), 2 (г) та 3 (г) показало, що за однакових умов терміну обробки та концентрації CaCl_2 іони Ca^{2+} дифундують на більш віддалену від поверхні відстань, у випадку використання відносно концентрації CaCl_2 більш низько концентрованого розчину AlgNa. Збільшення концентрації AlgNa призводить до зменшення відстані проникнення за однаковий час, що, вірогідно, буде впливати на розмірні характеристики оболонок капсул (рис. 4).

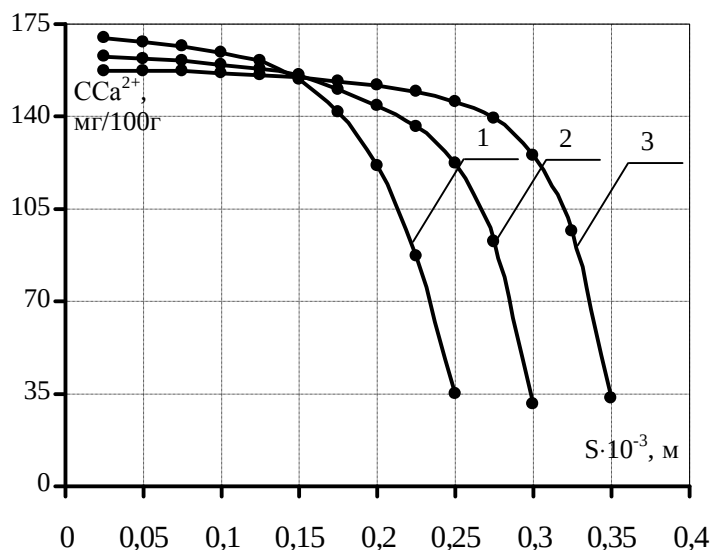


Рис. 4 – Динаміка накопичення іонів Ca^{2+} в розчині AlgNa за концентрацій 0,8% (1), 1,0 % (2), 1,5 % (3) через 90 с обробки за 0,5% концентрації CaCl_2

Проведені експерименти підтверджують, що для формування капсули обов'язковою умовою є формування внутрішнього насиченого за Alg_2Ca шару, який знижує темпи дифузії іонів Ca^{2+} в глибину середовища і є обов'язковою передумовою нарощування товщини стінки капсули. Про це свідчить виникнення і більш виражений з часом обробки нелінійний характер накопичення іонів Ca^{2+} .

З цих досліджень також є очевидним висновок, що чинники, які зменшують інтенсивність дифузії при необхідних співвідношеннях за концентраціями AlgNa та CaCl_2 в товщу середовища, одночасно сприяють капсулоутворенню. Вочевидь, ці чинники можуть бути пов'язані як зі складом внутрішнього середовища, так і зі складом та властивостями формуючого середовища (розчин AlgNa), оскільки явище і закономірності дифузії вочевидь підпорядковуються колігативним властивостям розчинів на межі поділу фаз.

Література

1. Авдєєва О.Ю., Пивоваров Є.П., Гринченко О.О. Обґрунтування використання альгінату натрію для отримання капсульних продуктів // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. пр. – Ч.1. – Харків: ХДУХТ. – 2005 – С. 144 – 148.
2. Гринченко О.О., Пивоваров Є.П., Рябець О.Ю. Наукове обґрунтування принципів отримання капсульних продуктів на основі натрій альгінату // Біотехнологія, біобезпека, харчова технологія: Щоквартальний науково-практичний журнал НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – №2. – 2008. – С. 7 – 16.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ГРИБІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМБІНОВАНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Наконечна Ю.Г., канд. техн. наук, Ястреба Ю.А., аспірант
Полтавський університет споживчої кооперації України, м. Полтава

Стаття присвячена науковому обґрунтуванню і розробці технології комбінованих продуктів з використанням культивованих грибів глива звичайна. Розроблена технологія виробництва дієтичного паштету, збагаченого білками і харчовими волокнами рослинного походження.

Проведено оптимізацію процесів попередньої обробки методом математичного планування. На основі експериментальних даних побудована математична модель процесу попередньої обробки грибів. Проведені дослідження органолептичних і фізико-хімічних характеристик експериментальних зразків.

*The article is devoted to the scientific substantiation and elaboration of the technology of the combination of products with the usage of the cultivated *Pleurotus Ostreatus* mushrooms. It was developed the technology of the dietetic pate production, which was enriched by proteins and food fibres of vegetable origin. There was made the optimization of the processes of the preliminary treatment by the method of the mathematical planning. The mathematical model of the process of the preliminary treatment of mushrooms based on the experimental data. The chemical composition and organoleptic indexes of developed products was investigated.*

Ключові слова: комбіновані м'ясопродукти, глива звичайна, біологічно активні речовини, харчові волокна.

Повноцінне харчування людини є одним з основних чинників необхідних для нормальної життєдіяльності організму. У наш час в більшості населення виявлені порушення повноцінного харчування, що пов'язано з недостатнім вживанням харчових волокон, вітамінів, макро- і мікроелементів, повноцінних білків та їх нераціональним співвідношенням [1].

Низький рівень споживання харчових волокон розглядається як чинник ризику в розвитку ряду захворювань – кардіологічних, онкологічних, ендокринних, шлунково-кишкового тракту. Відомо, що регулярне вживання їжі, яка збагачена натуральними рослинними волокнами, приводить до зниження рівня холестерину в крові, сприяє зниженню маси тіла людини.

Введення в раціон нового нетрадиційного виду рослинної сировини є одним із шляхів підвищення якості продуктів і удосконалення структури харчування населення. Розроблені продукти повинні мати високі харчові і смакові властивості, повинні бути збалансовані за вмістом білків, ліпідів, мінеральних речовин і містити в своєму складі достатню кількість харчових волокон.

Як джерело харчових волокон пропонується використовувати грибну сировину, оскільки гриби можна вирощувати протягом року і незалежно від світлової зони, погодних і ґрунтових умов. Високі енергетичні якості дозволяють грибам замінити в раціоні людини до (50...60) % м'яса і м'ясопродуктів. Вчені встановили, що в грибах містяться: білки, жири, вуглеводи, фосфор, залізо, Р, Ru, Mo, Co, Ni, Sn, Va, Ba, Ti, Рb, Ag, Zr, Cd. А також гриби є чудовим джерелом вітамінів. Так, вміст ніацину в грибах знаходиться на рівні м'ясних продуктів і за цим показником вони значно перевершують овочеві культури, ягоди і фрукти.

Найбільш поширеними серед культивованих грибів є гриби глива звичайна. Глива звичайна – один з швидкорослих їстівних грибів, стійкий до хвороб, володіє високою конкурентоспроможністю щодо патогенної мікрофлори, здатний освоювати найрізноманітніші лігнінцелюлозні субстрати.

За хімічним складом білки глови звичайної близькі до білків тварин. Кількість білкового азоту в сухій речовині грибів досягає (15...18) %, а завдяки порівняно високому рівню засвоєння цих білків, (100...200) г грибів (по сухій масі) досить для забезпечення добового харчового балансу у людини масою 70 кг, проте вони не можуть служити єдиним джерелом білка.

Надзвичайно важливою властивістю грибів, є їх здатність виводити з організму радіонукліди, солі важких металів, нормалізувати рівень ліпідів у крові, тим самим знижуючи кров'яний тиск і зменшуючи ризик серцево-судинних захворювань. Сік, отриманий з них, володіє бактерицидними, протипухлинними властивостями. Гриби глива звичайна тонізують нервову систему, позитивно впливають на імунітет, затримують процеси старіння, зменшують рівень холестерину. Доведено, що при додаванні в раціон харчування грибів глови в крові людини знижується рівень холестерину [2].

У зв'язку з сучасними вимогами до раціону харчування людини потреба в білоквмісних продуктах постійно збільшується. Це обумовлює розширення виробництва продуктів, які мають високий вміст білків, вітамінів, екстрактних і мінеральних речовин.

На основі існуючих технологій була розроблена технологія виробництва дієтичного паштету, збагаченого білками і харчовими волокнами рослинного походження. Паштет був виготовлений з використанням курячого м'яса і грибною сировини в найбільш оптимальних за хімічним складом співвідношеннях 70/30. При виготовленні паштету дієтичного використовували гриби глива звичайна в сирому і бланшованому вигляді.

Метою досліджень, результати яких висвітлені в статті, є вивчення впливу попередньої теплової обробки грибів глива звичайної на вихід напівфабрикату та хімічний склад готового продукту.

Узагальнюючи результати експериментальних досліджень процесів попередньої обробки сировини, стає очевидною доцільність їх оптимізації з урахуванням встановлених залежностей. Математична модель дозволяє всебічно досліджувати процес попередньої обробки сировини з погляду впливу різних чинників на якість отриманого продукту. Для цієї мети провели оптимізацію процесів попередньої обробки методом математичного планування.

Вплив будь-якого чинника на вихід процесу може бути виражений залежністю $y=f(x)$. Якщо конкретному значенню x_U відповідає єдине значення y_U , то така залежність називається функціональною. Цю залежність отримують шляхом строгих логічних доказів, що не потребують перевірки.

Відомо, що технологічні, фізичні, хімічні властивості кінцевого продукту є функцією характеристик початкової сировини і параметрів технологічного процесу. Ці залежності мають достатньо складний характер, тому широко використовуються методи системного аналізу.

Згідно з теорією системного підходу, окрему стадію технологічного процесу можна представити у вигляді параметричної моделі, на яку діють вхідні (X) і вихідні (Y) параметри (рис. 1).

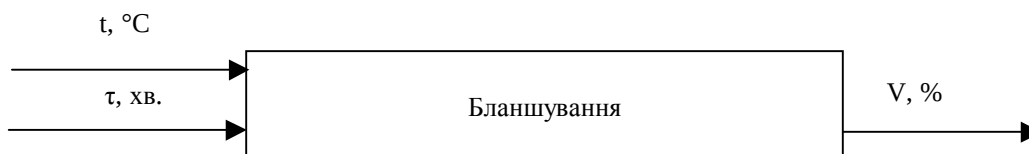


Рис. 1 – Параметрична модель процесу бланшування

Програма досліджень закладена в матрицю планування експерименту відповідно до плану ПФЕ-2². Досліди проводилися в триразовій повторності.

На підставі результатів досліджень, для оптимізації процесу бланшування були прийняті наступні такі вхідні параметри:

X_1 – температура процесу, t °C;

X_2 – тривалість обробки, хв.

Основою для проведення процесу обробки стали експериментальні дані, отримані від залежності:

$$Y = f(X_1, X_2)$$

У результаті експериментальної оцінки рівнів чинників у нижченаведених інтервалах значень спостерігається оптимальний вихід готового продукту, тому ці інтервали і вибрані як граничні значення вхідних параметрів системи:

— для чинника X_1 – (80...100) °C;

— для чинника X_2 – (5...10) хв.

Кодування чинників проводили за формулами:

$$X_1 = (t_i - t_0) / \lambda_1;$$

$$X_2 = (\omega_i - \omega_0) / \lambda_2;$$

$$X_3 = (\tau_i - \tau_0) / \lambda_3;$$

де t_i, ω_i, τ_i – натуральні значення чинників;

t_0, ω_0, τ_0 – натуральні значення чинників на нульовому рівні;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – натуральні значення інтервалу варіювання відповідного чинника, які визначаються за формулою:

$$\lambda_i = (H_i^+ - H_i^-) / 2$$

де H_i^+, H_i^- – натуральні значення вхідних параметрів відповідно на верхньому і нижньому рівнях.

Математична модель процесу попередньої обробки має вид рівняння регресії, знайденого статистичними методами на основі експериментальних даних.

При обробці експериментально отриманих даних для рівня значущості $P = 0,05$ застосували такі статистичні критерії: критерій Кохрена – для оцінки однорідності дисперсій, критерій Стюдента – для оцінки значущості розрахованих коефіцієнтів, критерій Фішера – для оцінки адекватності отриманих рівнянь.

У результаті статистичної обробки експериментальних даних визначений критерій Кохрена, який становить $0,42 < 0,56$ т, що свідчить про однорідність отриманих дисперсій і відсутність грубих помилок.

Після виведення рівняння регресії і визначення значущості розрахованих коефіцієнтів за критерієм Стюдента, отримано рівняння регресії, що описують попередню обробку грибної сировини під впливом досліджуваних чинників:

$$Y = 11,7 - 0,04x_1 + 2,7x_2 + 7,4x_1x_2$$

Перевірка адекватності отриманих коефіцієнтів рівняння регресії за критерієм Фішера, яка становить $4,93 < 8,7$ т, показала, що отримане рівняння регресії адекватно описує вплив процесу попередньої обробки грибної сировини на вихід напівфабрикату.

Наведена модель адекватно описує процес попередньої обробки грибної сировини в заданих інтервалах зміни різних чинників, встановлених нами на підставі результатів попередніх досліджень.

Для визначення оптимальних параметрів бланшованих грибів використовували метод крутого сходження, в основі якого лежить проведення дослідів із значеннями чинників, що послідовно підвищують ефективність процесу попередньої обробки. Умови проведення дослідів встановили після визначення кроків варіювання параметрів основних технологічних чинників, які впливають на вихід напівфабрикату.

Відомо, що одними з головних і вирішальних якісних показників харчової продукції є органолептичні. З метою визначення смакових властивостей і вирішення питання про допуск паштетів до споживання були проведені дослідження органолептичних характеристик. Оцінка проводилася шляхом закритої дегустації без попередньої характеристики представлених зразків по п'ятибальній системі.

Результати дегустаційної оцінки дають можливість стверджувати, що отримані зразки продуктів характеризуються гармонійним збалансованим за вмістом інгредієнтів смаком, з приємним кольором топленого молока, мають однорідну пастоподібну масу.

Встановлено, що за сенсорними показниками експериментальні паштети не поступаються традиційним виробам, а за деякими показниками перевершують останні. Комбіновані паштети мали приємніший смак і запах, що обумовлено введенням до їх складу грибів. Зразки з бланшованими грибами відрізняються ніжнішою і одноріднішою консистенцією, з менш вираженим смаком грибів. У зразках з використанням свіжих грибів спостерігається неоднорідність консистенції паштетної маси, а деякі зразки мали включення у вигляді шматочків грибів темного кольору, що впливає на загальну органолептичну оцінку і знижує якість готового продукту, але смак і аромат при цьому залишаються більш вираженими, що теж специфічно.

Відомо, що теплова обробка плодоовочевої сировини істотно впливає на фізико-хімічні показники як напівфабрикатів, так і готового продукту.

Дослідження зміни фізико-хімічних показників моделей паштетів з додаванням грибної сировини при тепловій обробці, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Дослідження зміни фізико-хімічних показників моделей паштетів з додаванням грибної сировини при тепловій обробці

Показники	Масова частка, %		
	Контроль без додавання грибів	Вид попередньої обробки	
		Додавання бланшованих грибів	Додавання сирих грибів
Білок, %	57,85	50,12	53,33
Вуглеводи, %	7,65	25,05	28,15
в тому числі клітковина	5,02	15,52	15,57
Ліпіди, %	27,47	12,36	12,48
Зола, %	6,03	5,79	5,84
Активна кислотність, рН	6,2	6,14	6,135
Вітамін С, мг/100 г	0,3	2,43	3,24

Результати досліджень показали, що в паштетах з додаванням бланшованих грибів вміст білка зменшується в 1,06 рази, що пов'язано зі здатністю розчинних фракцій білків переходити в розчин.

Вміст вуглеводів зменшується в 1,25 рази, що пов'язано з переважним вмістом моно- і дисахаридів у вуглеводному складі грибів глива звичайна які переходять у розчин при бланшуванні. Вміст полісахари-

дів, що важко гідролізуються, практично не змінюється, і вміст клітковини не зменшується та становить близько 15 %.

Встановлено, що оптимальними параметрами обробки грибною сировини є бланшування у воді протягом 5 хв при температурі не більше 90 °С.

Таким чином, попередня обробка грибною сировини при виробництві комбінованих м'ясо-рослинних продуктів робить істотний вплив на фізико-хімічні показники готового продукту.

Бланшування грибів призводить до зниження вмісту білків, вуглеводів, достатньо великих втрат вітаміну С в готовому продукті. Але в той самий час дозволяє інактивувати ферменти, значно понизити мікробіологічну забрудненість, підвищити еластичність напівфабрикату, що дозволяє добитися тоншого подрібнення грибною сировини і виключає можливість появи в паштетній масі включень у вигляді шматочків грибів. Тому теплова обробка грибною сировини доцільна при використанні грамотно розробленого режиму, що дозволяє максимально понизити втрати макро- і мікронутрієнтів і отримати продукт з високою біологічною і харчовою цінністю, з відмінними смаком, ароматом і консистенцією.

Література

1. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування/ В.І. Смоляр. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
2. Павлоцкая Л.Ф. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки: Учебник/ Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, В.В. Евлаш. – Фирма «ИНОКОС», 2007. – 287с.
3. Беркетова Л.В. Содержание витаминов С, Е, В₆, бета-каротина и пищевых волокон в грибах/ Л.В. Беркетова// Вопросы питания.– 2004 – N5 – С.14 –18.

УДК 665:664.3

КІНЕТИКА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЖИРІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ДІАЦИЛГЛІЦЕРИНАМИ

Некрасов П.О., канд. техн. наук, доцент, Таратун Я.М., аспірантка, Плахотна Ю.М., аспірантка, Подлісна О.В., аспірантка

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Методом імпульсного ЯМР досліджено кінетику процесу кристалізації жирів, збагачених діацилгліцеринами. Комп'ютерна обробка отриманих експериментальних даних методом дисперсійного та регресійного аналізу дозволила створити аналітичне рівняння, що дає можливість визначити вміст твердої фази в жирах при різних температурах та концентраціях діацилгліцеринів в заданий час. Отримана модель адекватно описує факторний простір експерименту.

The crystallization kinetics of fats enriched with diacylglycerols was investigated by means of pulsed NMR. The electronic processing of experimental data obtained with the method of ANOVA and regression analysis made it possible to develop analytical equation able to determine solid fat content in fats which depends on temperature, diacylglycerols concentration and time. The model elaborated has the adequate valuation of experiment factor space.

Ключові слова: діацилгліцерини, час індукції, функціональні жирові продукти, ферментативна естерифікація, молекулярна дистиляція.

Харчова індустрія усього світу намагається створити нові функціональні продукти третього тисячоліття, які стали б важливим фактором у боротьбі з різноманітними захворюваннями, серед яких найпоширенішими є проблеми пов'язані з надлишковою вагою, серцево-судинні хвороби, діабет. Однією з головних причин, що викликають зазначені захворювання, вважається підвищена частка жирів у раціоні харчування населення. Через те, що жири посилюють смакову привабливість їжі, важко дотримуватися раціону з низьким вмістом жиру протягом тривалого часу.

Комплексним підходом, що не впливає негативно на органолептичні характеристики, є розробка харчових систем на основі жирів, збагачених діацилгліцеринами (ДАГ), які за смаковими якостями не відрізняються від традиційних [1]. Метаболічний процес біохімічного розпаду діацилгліцеринів в організмі людини відрізняється за механізмом, який елімінує стадію ресинтезу жиру за рахунок утворення 1-моноацилгліцеринів (МАГ), що не можуть виступати у якості субстрату для утворення триацилгліцеринів (ТАГ) [2]. В результаті, у крові зменшується концентрація жирозбагачених часточок, а утворені жирні кислоти використовуються кишечником як джерело енергії без ресинтезу в нейтральний жир. Крім

того, результати експериментів показали, що жири, збагачені ДАГ, не впливають на абсорбцію жиророзчинних вітамінів, таких як А, D, Е, або К, що є важливим фактором для повноцінного функціонування та життєдіяльності організму людини [3].

Біологічна роль ДАГ полягає у зменшенні транспортування неетерифікованих жирних кислот через печінкову та воротну вену і концентрації ліпідів в артеріальній плазмі після прийому їжі [3]. Встановлено, що повсякденне споживання людиною вказаних сполук зменшує накопичення жиру в організмі за рахунок збереження чутливості до інсуліну та толерантності до глюкози. Прискорення окиснення жиру у скелетних м'язах одночасно з пригніченням гліюконеогенезу є молекулярними перетвореннями, що лежать в основі сприятливого впливу ДАГ [4].

Таким чином, значна біологічна та фізіологічна роль діацилгліцеринів для організму людини обумовлює високу ефективність їх використання в сучасних технологіях продуктів харчування функціонального та лікувально-профілактичного призначення.

Структурні властивості жирів впливають на консистенцію харчових продуктів, забезпечуючи аерування, здатність до збивання та намазування, утримання та бар'єрні властивості стосовно вологи й інші характеристики.

Консистенція та пластичність жирових продуктів визначаються особливостями перебігу процесів кристалізації, зокрема співвідношенням твердої і рідкої фаз [5]. Процеси фазових перетворень в жирах відіграють важливу роль на різних стадіях виробництва харчових продуктів. Вони включають процеси змінення агрегатного стану, кристалізацію з утворенням твердих розчинів, а також поліморфні перетворення. Вміст кристалів, що утворюються, визначає текстурні та структурно-механічні властивості систем на жировій основі. Кристалізація – процес переходу зі стану ближнього порядку у стан дальнього порядку, тобто процес утворення нової фази. Кристалічний стан характеризується наявністю тривимірного дальнього порядку у розміщенні атомів чи молекул, який дотримується на відстанях, що перевищують розміри молекул у сотні і тисячі разів. Швидкість формування зародків кристалів жиру і їхнього росту є важливим технологічним параметром у процесі виробництва та при визначенні оптимальних режимів зберігання продуктів харчування. Кінетика кристалізації жирів, що залежить від їхнього складу та умов процесу, важлива для контролю над технологічними операціями при виробництві харчових продуктів із заданими характеристиками.

У теперішній час бракує інформації щодо впливу діацилгліцеринів на кінетику кристалізації жирів, а існуючі зарубіжні джерела мають суто теоретичний і декларативний характер, який не має прикладного значення для створення жирових систем функціонального призначення [6].

Тому метою проведеної роботи було дослідження кінетики кристалізації жирів, збагачених діацилгліцерином, що дозволить визначати раціональні технологічні параметри виробництва харчових продуктів функціонального призначення.

Для отримання жиру, збагаченого ДАГ, було застосовано метод ферментативної етерифікації. Як вихідну сировину було використано жирні кислоти пальмової олії. Каталіз реакції здійснювався за допомогою ферментативного препарату Lipozyme RM IM («Novozymes», Данія). Lipozyme RM IM являє собою іммобілізований препарат продовольчого класу мікробної 1,3-специфічної ліпази (ЄС 3.1.1.3) з *Rhizomucor miehei*, отриманій за допомогою глибинного бродіння генетично модифікованого мікроорганізму *Aspergillus oryzae*. Як носій, що використано для іммобілізації, застосовано макропористу аніонообмінну смолу. Процес етерифікації проводився при постійному перемішуванні зі швидкістю 400 об/хв. під вакуумом (залишковий тиск 2 мм. рт. ст.) при температурі 50 °С. Співвідношення гліцерин : жирні кислоти пальмової олії дорівнювало 1 моль : 2 моль, кількість біокаталізатора – 10 % мас. по відношенню до маси реакційної суміші. Після закінчення реакції суміш декантували і ферментний препарат відокремлювали шляхом центрифугування. Гліцерин, жирні кислоти і моноацилгліцерини відділяли від цільового продукту шляхом молекулярної дистиляції на спеціально створеній оригінальній установці.

Ацилгліцериновий склад в отриманій пальмовій олії, збагаченій ДАГ, було визначено у відповідності із AOCS Official Method Cd 11b-91 [7]. Використовувався хроматограф Clarus 500 Gas Chromatography (Perkin-Elmer), оснащений полум'яно-іонізаційним детектором (ПД). Колонка Restek Rtx-65TG, капілярна; її геометричні параметри: довжина 30 м, 0,25 мм внутрішній діаметр, 0,2 мкм товщина нерухомої фази. Стаціонарна фаза Crossbond 35 % диметил – 65 % дифенілполісілоксан. Температурна програма 80 °С (0 хв.), 10 °С/хв. до 320 °С (0 хв.), 5 °С/хв. до 360 °С (15 хв.) Температура інжектора – 320 °С, температура детектора – 370 °С. Газ-носіє — гелій. Швидкість газу-носія 3 см³/хв. Спліт 1 : 50. Витрата повітря для ПД — 450 см³/хв., витрата водню для ПД — 45 см³/хв. Обсяг проби, що вводився, — 0,5 мкл.

Було встановлено, що отриманий жир містив 81 % мас. діацилгліцеринів.

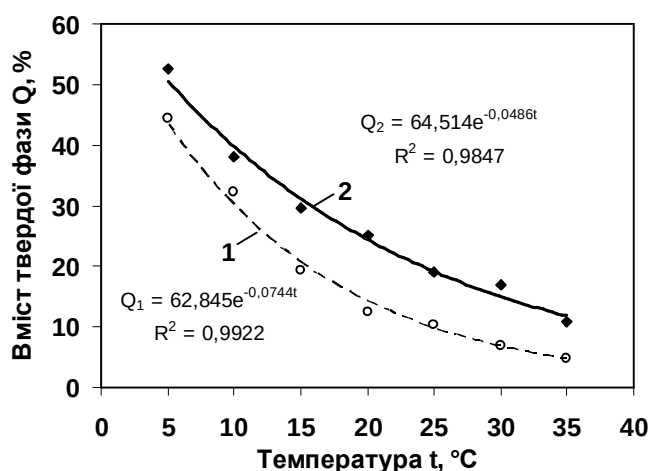
Перед початком основного етапу досліджень було вироблено по три паралельних зразка пальмової олії і цієї ж олії, на 81 % мас. збагаченої діацилгліцерином. Після повного розплавлення проби витримували протягом 24 годин в ізотермічних умовах при заданих температурах. Температурний режим ва-

ріювався в межах від 5 °С до 35 °С. Після темперування було здійснено аналіз вмісту твердої фази (Q , %) в зразках методом імпульсного ЯМР. Для дослідження було використано імпульсний ЯМР спектрометр Minispec mq40 (виробник — фірма Bruker, Німеччина), що мав робочу частоту 40 МГц. Отримані дані (середні значення паралельних вимірювань) представлено в графічному виді на рис. 1.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що в пальмовій олії, збагаченій ДАГ, вміст твердої фази більший при всіх досліджених температурах у порівнянні з вихідною олією. Це свідчить про те, що діацилгліцерини суттєво впливають на пластичність та структурно-механічні властивості жирових систем, до складу яких вони входять. Вказане явище пояснюється напевно тим, що діацилгліцерини, які мають підвищену температуру плавлення, є додатковими центрами утворення зародків кристалів і за рахунок більшої полярності сприяють підвищенню кількості кристалічної фази.

У зв'язку із цим кінетика кристалізації жирів, збагачених діацилгліцеринами, має свої особливості, і рівняння Авраамі, у тому числі модифіковане, а також Гомпертца, Фуберта та інших [8] не повною мірою описують цей процес, оскільки в указані моделі як параметри не входять значення температури кристалізації та компонентний склад.

Для проведення подальших досліджень на основі синтезованого продукту та пальмової олії було вготовлено модельні суміші, що містили від 10 % до 80 % мас. діацилгліцеринів. Вивчалась кінетика кристалізації вказаних жирових систем в діапазоні температур від 5 °С до 35 °С.



1 — пальмова олія; 2 — пальмова олія, збагачена ДАГ

Рис. 1 – Залежність вмісту твердої фази від температури

Порядок дій при дослідженнях був наступний. Зразки термостатували протягом 1 години при температурі 80 °С для їх повного розплавлення та стирання ефекту «кристалічної пам'яті». Три паралельних зразка кожної досліджуваної системи поміщались в термостатуєму баню з заданою температурою та через визначені проміжки часу вони аналізувались на вміст твердої фази методом імпульсного ЯМР на описаному вище приладі.

Обробка отриманих експериментальних даних методом дисперсійного та регресійного аналізу за допомогою пакета Statistica 8.0.550 (StatSoft, Inc.) з урахуванням попередніх досліджень в області вивчення кристалізації жирів [9] дозволила зробити висновок, що аналітичне рівняння, що описує кінетику кристалізації жирів, збагачених ДАГ, можливо встановити при знаходженні трьох основних параметрів процесу. Це константа швидкості кристалізації (k), час індукції (τ_{ind}) і максимальна кількість твердої фази (Q_{max}), що є функціями температури (t , °С) і вмісту діацилгліцеринів у системі (f , %). Після проведення додаткових досліджень, спрямованих на визначення зазначених параметрів, було встановлено, що константа швидкості кристалізації та час індукції мають експонентну залежність від зазначених змінних і визначаються відповідно узагальненими рівняннями (1–2):

$$k = a \cdot e^{b \cdot f - p \cdot t} \quad (1)$$

$$t_{ind} = e^{m \cdot t - n \cdot f + c} \quad (2)$$

максимальна кількість твердої фази – логарифмічна залежність і визначається узагальненим виразом (3):

$$Q_{max} = w \cdot \ln(f) - v \cdot \ln(t) + s \quad (3)$$

Зазначені залежності для досліджених систем у графічному та аналітичному вигляді представлені на рис. 2–4.

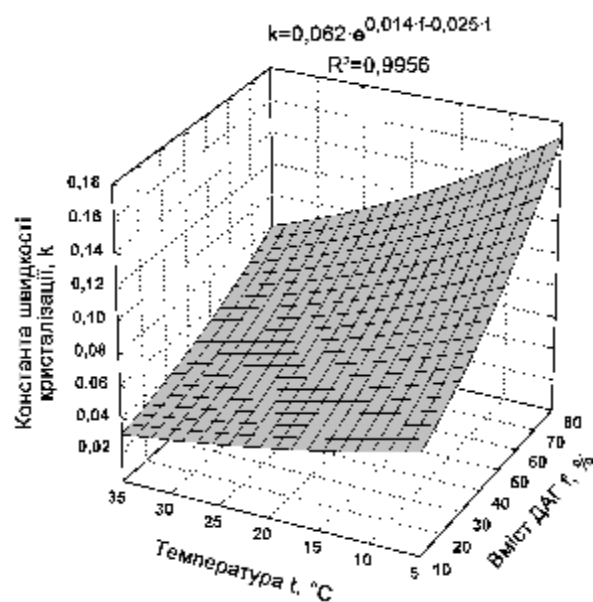


Рис. 2 – Залежність константи швидкості кристалізації від температури та вмісту ДАГ

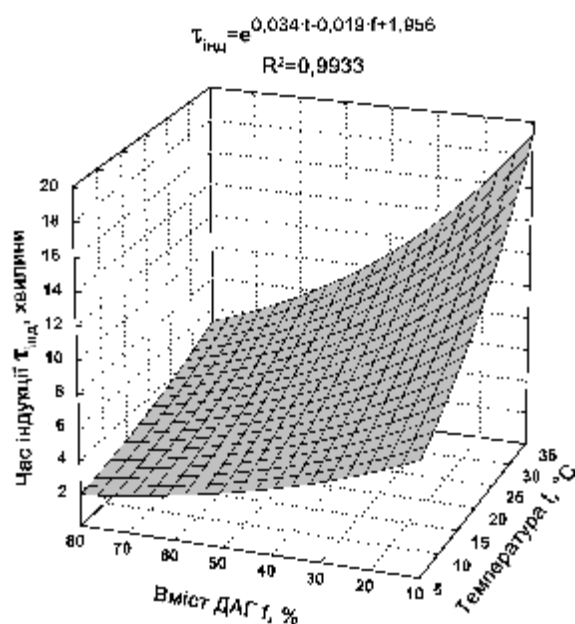


Рис. 3 – Залежність часу індукції від температури та вмісту ДАГ

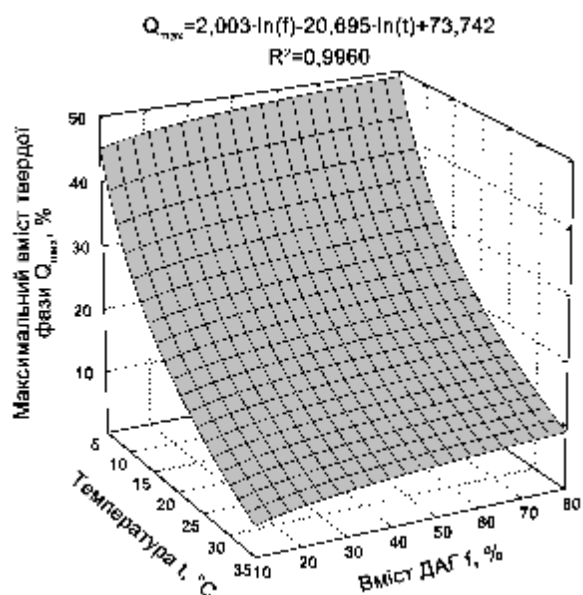


Рис. 4 – Залежність максимального вмісту твердої фази від температури та концентрації ДАГ

Взаємозв'язок між установленими параметрами було визначено на основі загальних закономірностей процесів кристалізації ліпідів [10].

У результаті пропонується аналітичне рівняння, що описує кінетику кристалізації жирів, збагачених діацилгліцеринами:

$$Q = (w \cdot \ln(f) - v \cdot \ln(t) + s) \cdot (1 - e^{-a \cdot e^{b \cdot f - p \cdot t} \cdot (t - e^{m \cdot t - n \cdot f + c})}) \quad (4)$$

Чисельні значення констант, наведених у рівнянні (4), представлені в таблиці 1

Таблиця 1 – Значення констант для теоретичного розрахунку процесу кристалізації

Константа	w	v	s	a	b	p	m	n	c
Значення	2,003	20,695	73,742	0,062	0,014	0,025	0,034	0,019	1,956

На рисунках 5 та 6 наведено кінетику кристалізації пальмової олії, збагаченої діацилгліцеринами, що була отримана експериментальним шляхом і теоретично розрахована за рівнянням (4). Спочатку варіювали температуру при фіксованому вмісті ДАГ в кількості 80% мас., далі – при температурі 20 °C варіювали вміст ДАГ від 20 % мас. до 80 % мас.

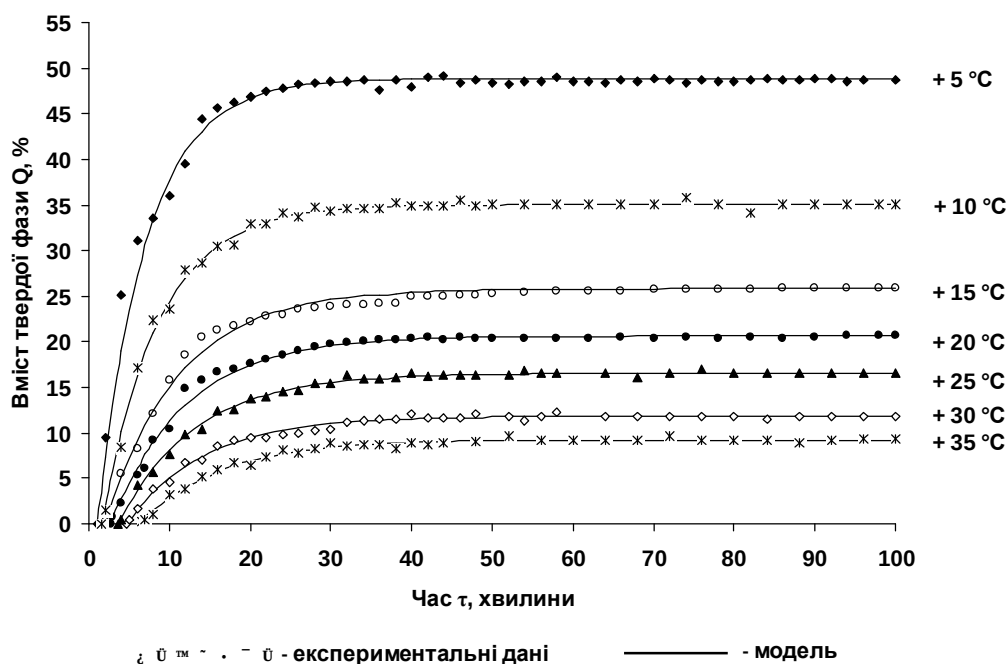
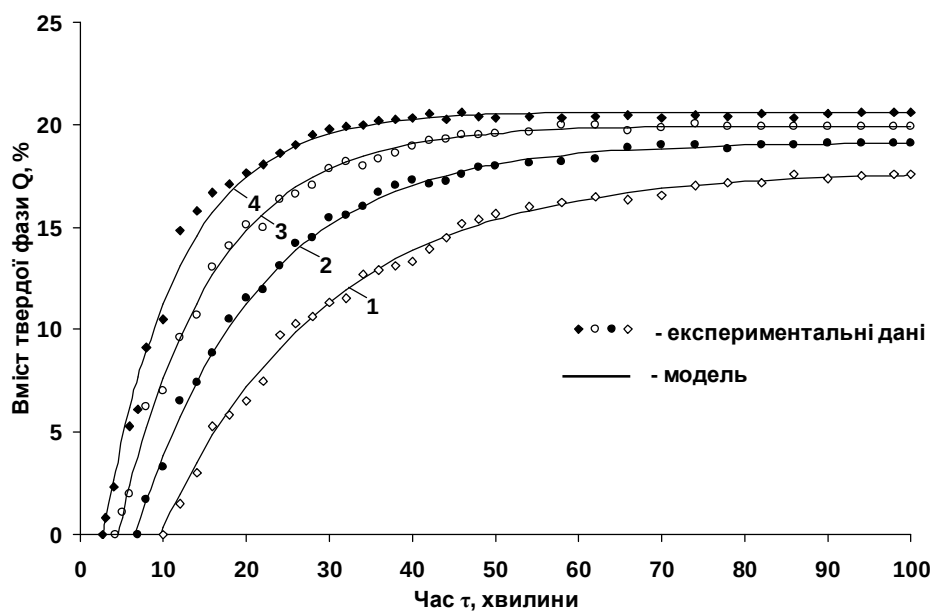


Рис. 5 – Залежність вмісту твердої фази від часу кристалізації модельної суміші з 80% мас. ДАГ



1— 20 % мас. ДАГ, 2— 40 % мас. ДАГ, 3— 60 % мас. ДАГ, 4— 80 % мас. ДАГ.

Рис. 6 – Залежність вмісту твердої фази від часу кристалізації при 20 °С

Дослідивши, ми бачимо, що модель адекватно описує факторний простір експерименту.

Таким чином, запропоноване аналітичне рівняння, яке описує кінетику кристалізації жирів, збагачених діацилгліцерином, що дозволить на підприємствах грамотно складати технологічний регламент на виробництво продуктів харчування лікувально-профілактичного та функціонального призначення.

Література

1. Flickinger B. D. Nutritional characteristics of DAG oil / B. D. Flickinger, N. Matsuo // *Lipids*. – 2003. – Vol. 38. – P. 129–132.
2. Hidekatsu Y. Diacylglycerol oil for the metabolic syndrome / Y. Hidekatsu, Y. Tomono, K. Ito, N. Furutani, H. Yoshida, N. Tada // *Nutrition Journal*. – 2007. – Vol. 43, №2. – P.382–385.
3. Matsuo N. Nutritional characteristics and health benefits of diacylglycerol in foods / N. Matsuo // *Food Sci. Technol. Res.* – 2004. – Vol. 10, № 2. – P. 103 – 110.
4. Saito S. Dietary 1,3 diacylglycerol protects against diet-induced obesity and insulin resistance / S. Saito, A. Hernandez-Ono, H. N. Ginsberg // *Metabolism Clinical and Experimental*. – 2007. – Vol. 56, № 11. – P. 1566 – 1575.
5. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состава и свойства, применение / Р.О'Брайен; пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкиной, Н.С. Селивановой, Н.В. Магды. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.
6. Wright A. J. Effect of DAG on milk fat TAG crystallization / A. J. Wright, A. G. Marangoni // *JAOCs*. – 2002. – Vol. 79, №4. – P. 395–402.
7. AOCS. In: Firestone D, editor. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society. 5th ed. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society (AOCS), 2003.
8. Foubert I. Dynamic mathematical model of the crystallization kinetics of fats / I. Foubert, P.A. Vanrolleghem, B. Vanhoutte, K. Dewettinck // *Food Research International*. – 2002. – Vol. 35, № 10. – P. 945 – 956.
9. Foubert I. Modelling of the crystallization kinetics of fats / I. Foubert, K. Dewettinck, P.A. Vanrolleghem // *Trends in Food Science & Technology*. – 2003. – Vol. 14, № 3. – P. 79 – 92.
10. Widlak N. Crystallization and solidification properties of lipids / N. Widlak, R. W. Hartel, S. Narine. – USA: American Oil Chemists' Society (AOCS), 2001. – 246 p.

УДК 665.215:668.3.317

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ АКУЛЯЧОГО ПЕЧІНКОВОГО ЖИРУ

**Дубинець К.О., здобувач, Федак Н.В., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі**

У роботі розглядається можливість очищення нативного жиру печінки чорноморської акули катран і підвищення його біологічної цінності методом низькотемпературної кристалізації. Розроблений метод може бути рекомендований для впровадження на підприємствах, що освоюють біологічно активні добавки даного виду сировини.

Ключові слова: полиненасыщенные жирные кислоты, протосубтилин ГХ-20, триглицериды, кристаллизация, биологически активные добавки, центрифугирование жира.

Постановка проблеми і її зв'язок з найважливішими науковими та практичними завданнями.

Раніше нами була описана технологія отримання риб'ячого жиру, зокрема з печінки чорноморської акули катран, шляхом ферментативного розщеплювання білкової сполучної тканини жирових кліток ферментом протосубтилін ГХ-20 при температурі не вище 55 °С [1]. Отриманий за цією технологією жир вологу і невелику кількість домішок нежирового характеру. Візуально жир не прозорий. Вихід складає в середньому 68 % від маси печінки направленою на переробку або до 90 % від вмісту жиру в сирій печінці.

Дослідження жирнокислотного складу жиру. Проведені нами аналізи методом спектрофотометрії за Криловою Н.Н. [2] показали, що у складі отриманого жиру кількість насичених жирних кислот схильна до сезонних коливань, складаючи в червні – 8,2 %, у грудні – 24,6 % від загальної кількості жирних кислот.

Також відомо, що біологічну активність жиру визначають, перш за все, полиненасичені жирні кислоти (ПНЖК) з двома і більше подвійними зв'язками в молекулі [3].

У зв'язку з цим, метою нашої роботи є дослідження такого методу доопрацювання жиру сирцю, який дозволить видалити вологу, домішки нежирового характеру і підвищити вміст в ньому ПНЖК.

Виклад основного матеріалу досліджень. Найбільш перспективним для вирішення цього завдання, з погляду ефективності і технологічності, на нашу думку, є метод низькотемпературної кристалізації з подальшим центрифугуванням жиру.

Передумовою для розробки такого методу є те, що ліпіди з більш ненасиченим жирнокислотним складом на відміну від більш насичених ліпідів кристалізуються при нижчій температурі. Тобто, якщо поступово знижувати температуру жиру, то в першу чергу викристалізуюватимуться тугоплавкі триглицери, які, як показали досліді, можливо, відокремлюватися центрифугуванням.

Кристалізація жиру здійснювалася нами в спеціальному при температурі від мінус 4 до мінус 6 °С. Під час охолодження жир рівномірно перемішували для у всьому об'ємі (швидкість обертання – (20–25) об/хв. За цих умов повна кристалізація НЖК відбувається за 5–6 годин (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вихід тугоплавких триглицеридів залежно від температури і часу охолодження жиру (у %)

Час охолодження, година	Температура охолодження, °С	
	0 – мінус 1	мінус 4 – мінус 6
1	відсутній	відсутній
2	відсутній	відсутній
3	відсутній	8,9-11,5
4	3,5-4,5	11,5-14,0
5	6,6-7,0	14,1-15,5

Охолоджений жир негайно було відправлено на центрифугу, де під дією відцентрових сил він розділявся на дві фракції – ненасичена частина жиру і опад тугоплавких триглицеридів (НЖК). При цьому слід мати на увазі, що центрифуга повинна бути рефрижераторною або встановлена у приміщенні з температурою близько 0 °С.

У результаті експериментальних робіт по фракціонуванню жиру при різних (від 1000 до 5000 об/хв) і часі центрифугування (від 15 до 30 хв) встановлено, що найбільший вихід тугоплавких триглицеридів спостерігається при 5000 об/хв протягом 30 до 15,5 % до маси жиру напівфабрикату (табл. 2).

Таблиця 2 – Фракціонування печінки акули жиру при різних обертах і часі центрифугування

Обороти / хв	Чинник розділення	Вихід тугоплавких гліцеридів % масі жиру			Кількість видаленої вологи, %
		Час центрифугування, хв			
		15 хв	20 хв	30 хв	
1000	135	відсутні	відсутні	відсутні	—
2000	535	відсутні	відсутні	відсутні	—
3000	1209	6,5–7,5	8,0–9,0	10,0–12,5	0,25
4000	2150	9,0–11,5	12,0–12,5	13,0–13,5	0,20
5000	3355	13,0–14,0	14,0–14,5	14,5–15,5	0,20

Як з таблиці 3 після охолодження і фракціонування жиру напівфабрикату в незастиглий фракції жиру збільшується зміст ПНЖК з 26,4 (у початковому жирі п/ф) до 30,0 (у квітні), з 20,2 до 31,0 (у червні), з 21,3 до 27,0 (у жовтні), з 26,0 до 29,0 (у листопаді) і з 25,6 до 30,0 % (у грудні), тобто більш ніж на 10,0 %. За рахунок перерозподілу жирних кислот за фракціями в основному збільшується зміст біологічно активних кислот гексаєнової і ліноленової. Загальна ненасиченість рідкої фракції зростає з 122,2–138,0 до (131,0–145,0) % J₂.

У фракції тугоплавких триглицеридів навпаки зменшується зміст ПНЖК і збільшується зміст НЖК з (7,0-20,0) % і ненасиченість тугоплавкої фракції складає (112,5–127,5) % J₂.

Зміст неомилуючих речовин до і після очищення жиру практично не міняється (11,0–14,0 %), зокрема біологічно активні алкилгліцеролі складають (8,6-12,5) % (табл. 3).

Очищений фракціонуванням печінковий жир акули ПНЖК і алкилгліцеролів містить вітамін А (500-550 МЕ в 1 г). Два інших важливих жиророзчинних вітаміни Д і Е в ньому відсутні. При розробці рецептур біологічно активних харчових добавок на основі цього жиру, вказані вітаміни можуть бути внесені у вигляді концентратів в дозуваннях рекомендованих гігієнічними нормами. Крім того, для посилення лікувальної дії, жир може бути збагачений такими компонентами як β-каротин, лецитин, лікопін або ліпідними екстрактами лікарських рослин.

Таблиця 3 – Характеристика печінкового жиру до і після фракціонування з урахуванням місяця вилову акул – катран

Показники якості жиру		Місяць вилову акул-катран								
		квітень			червень			жовтень		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Зміст ненасичених жирних кислот, в %	22:6	7,4	8,2	3,6	1,9	5,8	4,3	7,3	9,4	6,3
	22:5	6,6	4,9	4,4	3,7	4,4	3,1	3,9	4,5	3,3
	20:4	5,5	7,8	4,8	4,2	5,0	4,0	4,8	4,3	5,2
	18:3	2,5	3,4	4,2	5,4	7,4	6,6	2,5	3,8	3,8
	18:2	4,4	5,6	3,9	5,0	8,4	7,0	2,8	5,0	4,6
	18:1	44,6	45,1	48,1	67,2	57,6	59,0	58,2	54,0	54,4
Сума ПНЖК, %		26,4	29,9	20,9	20,2	31,0	25,0	21,3	27,0	23,2
Сума НЖК %		24,6	20,6	26,6	14,5	7,0	15,6	16,1	14,6	18,0
Йодне число % J ₂		138,0	144,0	114,0	122,0	131,0	112,5	130,0	145,0	127,5
Алкилгліцероли, %		-	-	-	-	-	-	10,9	12,5	11,6
Неомилуючі речовини, %		-	-	-	-	-	-	14,4	14,2	14,0
Показники якості жиру		Місяць вилову акул-катран								
		листопад			грудень					
		1	2	3	1	2	3	4		
Зміст ненасичених жирних кислот, в %	22:6	5,6	7,8	2,8	6,8	8,4	5,4			
	22:5	4,2	6,2	3,2	4,8	4,5	4,4			
	20:4	4,5	4,3	4,3	3,8	4,6	3,7			
	18:3	5,0	3,8	6,9	4,4	6,0	3,3			
	18:2	6,8	6,9	5,3	5,8	6,5	3,7			
	18:1	45,6	49,5	45,6	43,1	49,6	50,5			
Сума ПНЖК, %		26,1	29,0	22,5	25,6	30,0	20,5			
Сума НЖК %		23,9	17,1	27,5	26,9	16,0	24,6			
Йодне число % J ₂		125,0	143,0	110,0	125,0	145,0	115,0			
Алкилгліцероли, %		8,6	8,9	9,0	10,5	11,0	10,8			
Неомилуючі речовини, %		11,6	11,2	11,0	14,0	13,3	13,0			

Де 1 – жир вихідний (нативний);

2 – жир очищений від тугоплавких тригліцеридів;

3 – фракції тугоплавких тригліцеридів.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є проведення досліджень з розробці конкретних рецептур біологічно активних добавок на основі жиру печінки чорноморської акул катран з підвищенням його активності за рахунок використання вітамінів.

Висновки

1. Вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот у нативному жирі печінки чорноморської акул катран може бути підвищений шляхом його низькотемпературного розділення на фракції. Одночасно з жиру виводяться залишки води і домішки не жирового характеру.

2. Додатково жир катрана може бути збагачений внесенням до нього вітамінів Д і Е, а також β-каротину, лецитину, лікопіну і ліпідних екстрактів лікарських рослин.

Література

- Дубинець К.О. Спосіб отримання біологічно активного жиру з печінки хрящових риб. Патент на корисну модель № 32061, бюл. № 9, 2008р. от 12.05.2008. Державний департамент інтелектуальної власності.
- Крылова Н.И., Ляскова Ю.Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения. – М.: Пищепромиздат, 1961. – 223 с.
- Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Руководство по биологически активным пищевым добавкам. – М.: «Триада-Х», 2001. 108-114 с.

УДК 613.392:620.26:005.52:005.334

АНАЛІЗ РИЗИКІВ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Пилипенко Л.М., д-р техн. наук, професор, Вікуль С.І., канд. техн. наук, асистент,
Гайдукевич Д.К., науковий співробітник, Клещева Н.С., студ.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведено аналітичні дані щодо сучасних підходів визначення ризиків небезпеки харчових продуктів та перелік показників небезпечності. Особливу увагу приділено новим видам ризиків та методам їх індикації.

The analytical data about modern kinds of danger risks of food products and the list of dangerous figures are presented. The most attention has been done of new kinds of risks and methods of there indication.

Ключові слова: безпечність, ризики, харчові продукти, методи індикації.

Концепція продовольчої безпечності включає задоволення фізіологічних потреб населення в безпечних поліфункціональних, високоякісних харчових продуктах у відповідності з медичними рекомендаціями, екологічними умовами та індивідуальним станом людини.

В європейських країнах при оцінюванні якості харчових продуктів головними критеріями є не їх смакові достоїнства, а гарантії безпечності. Саме на цих принципах побудована система HACCP (Hazard analysis and critical control points – аналіз контрольних точок і ризиків) [1,2].

Харчові продукти повинні задовольняти фізіологічні потреби людини в необхідних речовинах і енергії, відповідати певним вимогам за органолептичними та фізико-хімічними показниками і відповідати встановленим нормативними документами вимогам щодо допустимого вмісту хімічних, радіоактивних, біохімічних речовин і їх сполук, мікроорганізмів та інших біологічних організмів, що є небезпечними для здоров'я сучасного і наступних поколінь [2].

Вимоги безпечності та харчової цінності харчових продуктів вносяться в санітарно-епідеміологічний висновок установленого зразка державної санітарно-епідеміологічної експертизи, якісне посвідчення, сертифікат відповідності.

У зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості, урбанізацією, хімізацією сільського господарства в продовольчу сировину та харчові продукти можуть надходити чужорідні речовини (ксенобіотики), які негативно впливають на здоров'я людини. Певну небезпеку також може становити використання харчових добавок у нових технологіях виготовлення харчових продуктів. Тому безпечність та якість харчових продуктів є одним з основних факторів, які визначають здоров'я населення України.

Метою роботи є аналіз наукових даних щодо забезпечення якості та безпеки харчових продуктів тривалого зберігання згідно з принципами HACCP на основі інтегрованого аналізу ризиків, а також наукового обґрунтування методології досліджень з урахуванням сучасних умов.

Досягнення цієї мети передбачає сприяння вирішенню наступних основних перспективних завдань цієї проблеми, а саме:

- аналіз принципів HACCP з питань тестування якості та безпеки харчових продуктів з урахуванням особливостей українського регіону;
- моніторинг ризиків небезпеки харчових рослинних систем з визначенням критеріальних;
- проведення інтегрованого аналізу ризиків небезпеки сировини, готової продукції тривалого зберігання та впливу на них виду переробки, режимів технологічних процесів, режимів та термінів зберігання;
- розроблення методології забезпечення якості та безпеки продуктів тривалого зберігання, визначення схем контролю, показників і точок контролю якості.

Для забезпечення випуску якісної продукції та попередження аліментарного попадання до організму людини шкідливих речовин у кількостях, що перевищують гігієнічні норми, необхідний жорсткий контроль за вмістом забруднень (контамінантів) хімічного та біологічного походження.

Проведення нами огляду аналітичних даних дозволило виділити та охарактеризувати такі основні контамінанти харчових продуктів.

Токсичні елементи. До токсичних елементів, вміст яких підлягає гігієнічному контролю в продовольчій сировині та харчових продуктах, належать, перш за все, важкі метали та миш'як. Особливе значення серед них

надають свинцю, ртуті та кадмію, які мають високу токсичність, здатність накопичуватись (кумуляуватись) в організмі при тривалому надходженні з харчовими продуктами.

Важливе значення має контроль за вмістом токсичних елементів у продовольчій сировині та харчових продуктах у районах геохімічних аномалій; районах розташування підприємств металургійної, машинобудівної, гірничодобувної, хімічної промисловості та ін.; при використанні для зрошення промислових стоків та мулових осадів з очисних споруд як добрив; у продуктах рослинництва, які вирощують поблизу великих автомагістралей; при інтенсивному використанні мінеральних добрив, засобів хімічного захисту рослин.

Необхідно контролювати вміст ртуті, перш за все, в рибі та рибопродуктах, зернових та молочних продуктах; кадмію – в рослинних, молочних, м'ясних та рибних продуктах; свинцю – в рослинних, молочних та м'ясних продуктах, рибі, консервах, особливо у збірній жерстяній тарі. В останньому випадку треба визначати також вміст олова.

Першочергову увагу слід приділяти контролю за вмістом токсичних елементів у спеціальних харчових продуктах.

Пестициди. Пестициди – токсичні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку гризунів, бур'янів, деревної або чагарникової рослинності, засмічуючих видів риб та шкідливих організмів, внаслідок дії яких уражаються рослини, тварини, люди і завдається шкода матеріальним цінностям та людям, які споживають харчові продукти, якщо залишкові рівні пестицидів у таких продуктах перевищують максимальні межі залишків. Крім пестицидів, включають також речовини, призначені для регулювання росту рослин, дефоліанти, десиканти, засоби проріджування зав'язей або стримування пророщування, а також речовини, що застосовуються до або після збору врожаю з метою захисту товарів від псування протягом періоду зберігання та транспортування, за винятком добрив, поживних речовин для рослин і тварин та ветеринарних препаратів.

Порушення сільськогосподарських та гігієнічних регламентів застосування пестицидів (норм витрат, кратності обробки, витримки термінів після обробки, застосування пестицидів на непередбачених для обробки культурах, переноси пестицидів в момент обробки на поруч розташовані площі, а також інші обставини) може стати причиною забруднення ними продовольчої сировини і харчових продуктів вище дозволеного рівня, що є небезпечним для здоров'я людини. У зв'язку з цим, необхідним є вибірковий плановий контроль за порядком застосування пестицидів і рівнем вмісту їх залишкових кількостей у продовольчій сировині та харчових продуктах.

Обов'язково (позапланово) проводиться контроль на наявність залишкової кількості пестицидів, коли:

- вперше надходить нова сировина;
- вперше надходить сировина від нового постачальника;
- виявлені ознаки обробки пестицидами під час приймання сировини при візуальному огляді партії (сторонній запах, наявність слідів обробки, наявність загиблених комах у великих кількостях, гризунів, птахів, засвідчення супроводжуючого про застосування пестицидів).

Зважаючи на велику кількість пестицидів (лише у «Медико-біологічних вимогах і санітарних нормах качества продовольственного сырья и пищевых продуктов», МОЗ, М., 1990 їх наведено кілька сотень) та дуже швидке розширення їх асортиментного ряду регламентуються наступні вимоги.

Для продовольчої сировини рослинного походження обов'язкова інформація про пестициди, що використовувалися при вирощуванні сільськогосподарських культур, фумігації приміщень і тари для їх зберігання, боротьби з шкідниками продовольчих запасів, а також дата останньої обробки ними.

Для продовольчої сировини тваринного походження обов'язкова інформація про використання (або незастосування) пестицидів для боротьби з ектопаразитами або захворюваннями тварин і птиці, для обробки тваринницьких та птахівницьких приміщень, прудових господарств і водоймищ для розведення риби, також з вказанням найменування пестициду і кінцевої дати його використання.

Радіонукліди. Радіоактивні речовини, які потрапили в навколишнє середовище під час аварії на ЧАЕС, зараз представлені довгоживучими ізотопами. В сучасних умовах радіонукліди цезію-137 та стронцію-90 знаходяться в глибинному шарі землі, де розташоване коріння, через яке вони біотрансформуються в рослини. Характер і ступінь накопичення радіоізотопів в рослинах залежить від багатьох факторів, в тому числі від їх біологічних особливостей, а також від рівня забруднення ґрунту. З кормами радіоактивні речовини можуть надходити в організм тварин, а потім з молоком, м'ясом або безпосередньо з рослинними продуктами – в організм людини.

Нітрати. Сучасна інтенсифікація землеробства і тваринництва, підвищення забруднення довкілля побутовими та промисловими відходами приводить до накопичення азоту в нітратній та нітритній формах у воді, ґрунті, харчових продуктах.

Враховуючи, що (70 – 90) % добової кількості нітратів надходить до організму людини з овочами, головну увагу слід приділяти продуктам рослинництва; контролю підлягають продукти як відкритого, так і захищеного ґрунту. Особливу увагу слід звертати на ті види овочів, які дають найбільше нітратне навантаження на організм людини (буряк, картопля, капуста та ін.). Важливе значення має контроль за вмістом нітратів в продуктах, призначених для дитячого та дієтичного харчування.

N-нітрозаміни. Наявність у харчових продуктах N-нітрозамінів обумовлена, в основному, утворенням їх під час термічної обробки та зберігання. Копчення, соління та маринування, консервування з використанням нітритів, висушування продуктів контактним методом – основні фактори, що сприяють появі N-нітрозамінів у харчових продуктах та продовольчій сировині.

Контролю за вмістом N-нітрозамінів підлягають: продукти дитячого харчування, виготовлені на м'ясній та рибній основі, які призначені для тривалого зберігання; копчена риба, солод, пиво; м'ясні продукти, що виготовлені із застосуванням нітриту, особливо ті, що піддавались копченню.

Серед нітрозамінів нормативними документами регламентується сума НДМА і НДЕА, але згідно з сучасними науковими даними спектр їх може бути значно ширшим і включати: N-нітрозодиметиламін (НДМА), N-нітрозодидетиламін (НДЕА), N-нітрозодипропіламін (НДПА), N-нітрозодибутиламін (НДПА), N-нітрозодіпіперидин (НДПіп), N-нітрозопіролідін (НДПір).

Мікотоксини. Мікотоксини – велика група низькомолекулярних токсичних метаболітів, що продукуються мікроскопічними плісневими грибами.

Поряд з вираженою загальною токсичною дією, окремі мікотоксини мають канцерогенні, мутагенні, тератогенні, естрогенні та галюциногенні властивості.

Грибами-продуцентами мікотоксинів найчастіше уражаються харчові продукти рослинного походження (плодоовочева продукція, зернові, бобові, горіхи). При попаданні забруднених мікотоксинами кормів в раціони сільськогосподарських тварин можливий перехід цих токсинів та їх метаболітів в харчові продукти тваринного походження.

Першочерговому контролю підлягають види продукції, які найбільш часто забруднюються мікотоксинами:

- патуліном – фруктові та овочеві соки, пюре, повидло, джеми, мармелад (несульфитовані);
- афлатоксином В₁ – арахіс та продукти його переробки, кукурудза, рис, продукти переробки бавовни (бавовняна олія, білкові ізоляти);
- дезоксиніваленолом – пшениця, кукурудза та продукти їх переробки;
- зеараленоном – кукурудза, пшениця та продукти їх переробки;
- Т-2 токсином – просо, пшениця, кукурудза та продукти їх переробки.

Гістамін. Гістамін є біогенним аміном, підвищений вміст якого, перш за все, в рибопродуктах, може стати причиною харчових отруєнь. Накопичення гістаміну в рибі найбільш імовірно при порушеннях у ланцюгу холодильного зберігання, недотриманні технології відтанення та термінів зберігання перед термічною обробкою.

У цих умовах у м'язовій тканині риб, особливо тунців та скумбрії, вміст гістаміну може досягати концентрації, що є токсичною. Плановому контролю за цим показником підлягає свіжоморожена риба скумбрієвих, тунцевих, лососєвих, оселедєвих порід та продукти їх переробки: філе, консерви, тощо.

Антибіотики. Вміст у харчових продуктах залишкових кількостей антибіотиків, що застосовуються у тваринництві та ветеринарії, приводить до появи стійких до антибіотиків штамів мікроорганізмів, розвитку алергійних реакцій у людини. Визначенню антибіотиків повинні підлягати, в першу чергу, м'ясні продукти – м'ясо та субпродукти забійних тварин і птиці на наявність антибіотиків тетрациклінової групи.

У зв'язку з використанням антибіотиків у бджільництві доцільно досліджувати мед на наявність стрептоміцину та антибіотиків тетрациклінової групи – пеніциліну та еритроміцину.

При плануванні цих досліджень необхідно використовувати інформацію органів ветнагляду про антибіотики, що використовуються в господарствах.

Гормональні препарати. Продукти тваринництва, при виробництві яких застосовують гормональні стимулятори росту, небезпечні, тому що підвищують ризик виникнення ендокринних захворювань у населення. В зв'язку з цим в продуктах тваринництва необхідно контролювати залишкові кількості стимуляторів росту (естрадіол-17β (дигідроксиестрин), диетилстільбестрол (стільбестрол) тощо).

Враховуючи високу стійкість даних сполук до температурних впливів, повинен бути налагоджений контроль їх вмісту в продуктах, отриманих після технологічної переробки м'яса, особливо в м'ясних продуктах, призначених для дитячого харчування.

В зв'язку з тим, що гормональні препарати кумулюються переважно в жировій тканині сільськогосподарських тварин, особливу увагу треба приділяти аналізу тваринних жирів та жирних видів м'ясопродуктів.

Мікроорганізми. Гігієнічні нормативи мікробіологічних показників безпечності та харчової цінності харчових продуктів включають такі групи мікроорганізмів:

- санітарно-показові, до яких відносяться: кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), бактерії групи кишкових паличок – БГКП (коліформи), бактерії родини Enterobacteriaceae, ентерококи;
- умовно-патогенні мікроорганізми, до яких відносяться: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, бактерії роду *Proteus*, *Bacillus cereus*, сульфітредукуючі клостридії, *Vibrio parahaemolyticus*;
- патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, *Listeria monocytogenes*, бактерії роду *Yersinia*;
- мікроорганізми псування – дріжджі, плісневі гриби, молочнокислі мікроорганізми;
- мікроорганізми заквасочної мікробіоти і пробіотичні мікроорганізми (молочнокислі, пропіоновокислі мікроорганізми, дріжджі, біфідобактерії, ацидофільні бактерії та ін.) визначають у продуктах з нормованим рівнем біотехнологічної мікробіоти та у пробіотичних продуктах.

Згідно з діючими стандартами, зокрема для рослинних продуктів тривалого зберігання визначають значний перелік показників якості і безпеки (більше 60), серед яких є досить трудомісткі, коштовні, потребують сучасного обладнання та значних витрат часу. Разом з тим зменшення кількості досліджуваних показників якості і безпеки, обґрунтування та вибір з них найбільш інформативних для характеристики харчових систем, зміщення акцентів у бік моніторингу та аналізу ризиків небезпеки, превентивного контролю вкрай важливі для харчових галузей агропромислового комплексу України, бо дозволять виробляти нові конкурентноспроможні харчові продукти різного функціонального призначення.

Серед основних недоліків існуючої системи контролю якості і безпеки є те, що регламентовані стандартами показники не враховують їх взаємного впливу на організм, можливого потенціювання дії токсикантів. Тому проведення інтегрованого аналізу якості та ризиків небезпечності харчових рослинних продуктів і особливо тривалого зберігання є дуже актуальним, теоретично необхідним і практично доцільним.

Проведеними нами розробками показано доцільність використання інтегрального біотестування на різних тест-об'єктах, що ідентифікують аномальні зміни на клітинному, субклітинному та організмовому рівнях. При цьому були розроблені пріоритетні методики проведення досліджень, які враховують особливості тестування харчових продуктів різних груп, відмінних за хімічним складом. Деякі з одержаних результатів приведені нами на рис. 1 та 2, де наведено найбільш поширені види аномалій клітин при тестуванні в модельованих гомогенатах рослинної сировини. Такі дослідження були проведені з токсикантами різної хімічної природи.

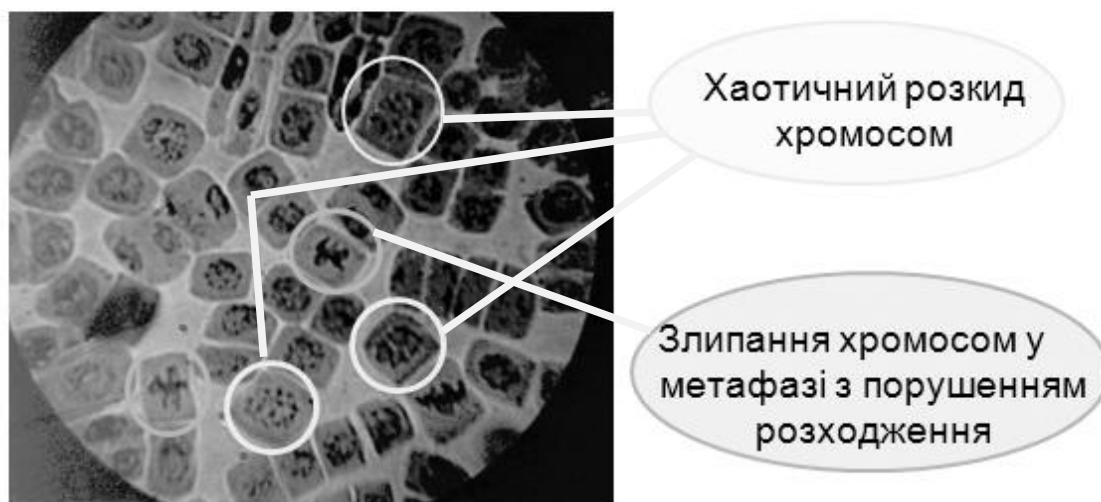


Рис. 1 – Препарат клітин корінців цибулі, одержаний при пророщенні в модельованому гомогенаті суніці (2ПДК солей кадмію), (х 480)



Рис. 2 – Препарат клітин корінців цибулі, одержаний при пророщенні в модельованому гомогенаті суніці (2ПДК солей кадмію), (х 480)

Розширення асортименту продуктів у різних галузях харчової промисловості України базується на вивченні змін їх основних харчових речовин та деяких БАР. При цьому методологія комплексної оцінки їх якості, гарантованої безпеки та стабільності, а також впливу на організм людини практично відсутні. Не враховуються можливості контамінації розроблених продуктів новими факторами ризику, в тому числі емерджентними. Деякі приклади випадків появи таких факторів небезпечності наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Нові технології як фактори нових ризиків небезпечності харчових продуктів

Технологія	Вид ризику
Фасування в вакуумну упаковку і в модифіковане газове середовище	Умови, що сприяють селективному розмноженню мікроаерофільних та аеробних мікроорганізмів
Мембранна фільтрація	Небезпечна при вірусній контамінації вихідних компонентів
Збагачення: — мікронутрієнтами — пребіотиками — пробіотиками	— стимуляція активності деяких мікроорганізмів в нестерилізованих продуктах; — сорбція патогенів; — джерело геннонестійких елементів і антибіотикорезистентності
«Холодна» пастеризація: — ультрависокий тиск; — пульсуючі електрополя; — УФ-випромінювання	Небезпечність контамінації вірусами і мікобактеріями
Виготовлення продуктів та блюд з потенційно небезпечної сировини зі зниженою кількістю цукру, солі, кислот, або при низькій швидкості ферментації	Кондитерські вироби для діабетиків, всі продукти з соєвого «молока», окари тощо - небезпечність виживання спорової токсиноутворюючої мікробіоти

Це може мати негативний вплив на здоров'я людини, що закріплюється на генетичному рівні, або викликає харчові отруєння та інші небезпеки.

Суттєве занепокоєння викликає також вживання харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми (ГМО). Питання про їх небезпечність у наукових колах досі дискутується, в світі спо-

стерігається полярне ставлення різних держав до вживання продуктів з ГМО, а останнім документом Кабінету Міністрів України прийнята постанова про необхідність інформування споживачів шляхом етикетування харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням [3].

Таким чином, аналітичні дані з переліку факторів небезпечності сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції свідчать про необхідність врахування нових видів ризиків, розроблення сучасних підходів визначення ризиків небезпечності харчових продуктів та методів їх індикації, а проведені дослідження з біотестування на модельних системах та рослинних гомогенатах показують доцільність впровадження їх в систему контролю наявності факторів ризику.

Література

1. Эффективное внедрение HACCP / Под ред. Т. Мейес, С. Мортимор. – СПб:Профессия, 2005. – 288с.
2. Державні нормативні документи на сировину, напівфабрикати, матеріали та консервовану продукцію. Показники безпеки та якості. Методичні вказівки/ Ю. Пилипенко та інші. – Київ: Мінагрополітики, 2009. – 114с.
3. Про затвердження Порядку етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг/ Постанова Кабінету Міністрів України від 13 травня 2009р. №468 //Урядовий кур'єр, 04.06.2009р., №98.

УДК [614.3 : 637:5] (477)

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ І ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Плахотін В.Я., канд. біол. наук, професор; Тюрікова І.С., канд. техн. наук, доцент;
Суткович Т.Ю., канд. техн. наук, доцент
Полтавський університет споживчої кооперації України

У статті обґрунтовано необхідність системного менеджменту якості та безпеки харчових продуктів, наведено аналіз існуючих умов для розробки і використання таких систем на вітчизняних підприємствах. Проаналізовані основні проблеми, що заважають їх упровадженню, та шляхи розв'язання цих проблем.

The necessity of system management of quality and safety of foodstuffs has been substantiated, the analysis of existing conditions for the development and using such systems by the national enterprises has been given, the main problems that block their implementation and the ways these problems can be solved have been considered in this article.

Ключові слова: безпека харчових продуктів, системи менеджменту якості і безпеки, НАССР, харчовий ланцюг, міжнародні харчові стандарти.

Вступ України до СОТ та її прагнення до інтеграції у міжнародні та європейські економічні структури надають особливо важливого значення питанням якості, безпеки й конкурентоспроможності вітчизняної харчової продукції. Виробники харчових продуктів в економічно розвинених країнах внаслідок зростаючого тиску ринкової конкуренції найбільшу увагу приділяють вимогам споживачів щодо безпеки та якості продукції.

Якість та безпека харчових продуктів є пріоритетним завданням на всіх стадіях харчового ланцюга – від вирощування та первинної переробки сировини до реалізації і споживання готової продукції, включаючи оптову та роздрібну торгівлю. Відповідальність за безпеку продуктів харчування у першу чергу покладається саме на виробників товарної продукції, які повинні враховувати всі харчові ризики не тільки на своєму виробництві, а й на попередніх стадіях.

За останні десятиліття масове неконтрольоване використання харчових добавок, пестицидів, гормональних препаратів, недотримання вимог належної виробничої та гігієнічної практики, зростаюче забруднення навколишнього середовища хімічними та фізичними контамінантами, радіонуклідами призвело до суттєвого зростання небезпек у харчовому ланцюзі. Наслідком цього стали масові харчові отруєння споживачів. Останнім яскравим прикладом може слугувати сумнозвісний „меланіновий“ скандал: спалах отруєнь немовлят дитячим харчуванням китайського виробництва, що було спричинено використанням

небезпечної для людини хімічної речовини меланіну у відгодівлі худоби з метою підвищення вмісту білку і жиру в молоці.

Через низку випадків таких харчових отруєнь урядові структури, громадськість та об'єднання споживачів у багатьох країнах світу почали активно висловлювати занепокоєння щодо безпечності харчових продуктів. У зв'язку з цим глобального поширення стала набувати тенденція законодавчого регулювання питань безпеки шляхом впровадження в організаціях-виробниках харчових продуктів систем оцінювання і контролю небезпечних чинників продовольчої сировини, технологічних процесів і готової продукції, які повинні забезпечувати високу якість і безпеку харчових продуктів. Такі системи регламентуються міжнародними стандартами, в основу яких покладено концепцію НАССР: аналіз ризиків та контроль у критичних точках технологічного процесу.

Незважаючи на очевидність і гостроту проблеми якості та безпечності харчової продукції в Україні ситуація у цій сфері відзначається складністю і невизначеністю, що гальмує розробку і впровадження систем менеджменту безпеки харчових продуктів (СМБХП) на вітчизняних харчових підприємствах.

Тому метою наших досліджень був аналіз проблем розробки та впровадження таких систем і шляхи їх розв'язання на прикладах діяльності окремих м'ясопереробних підприємств Полтавської і Чернігівської областей.

Сутність системи НАССР полягає у виявленні та контролі біологічних, хімічних, фізичних та інших чинників, матеріалів або продуктів, що негативно впливають або за певних умов можуть негативно впливати на здоров'я людини в критичних точках технологічного процесу виробництва харчових продуктів. Ця система є складовою частиною системи загального менеджменту підприємства і регламентує елементи системи управління безпекою харчових продуктів. Як засвідчує світовий досвід, саме вона активно позиціонується та розглядається нині у всіх розвинених країнах як універсальна методологія для досягнення безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів.

Більш ніж 40-річний досвід її використання в різних країнах підтвердив її ефективність, надійність та доступність, а тому вона набула значного поширення в США, Канаді, Європі, Індії, Австралії, Бразилії, Таїланді та навіть в країнах Африки і Латинської Америки.

Оскільки харчова продукція є масовою, що виробляється в значних обсягах, майже всі існуючі зараз традиційні методи управління якістю і безпекою продукції засновані на використанні статистичного (вибіркового) контролю, тобто на періодичних дослідженнях певних зразків, які відбираються за планами статистичного контролю.

Ці методи не дають повної гарантії безпеки всіх одиниць продукції з яких складається партія. Збільшення обсягів вибірки або кількості показників, що перевіряються, або посилення режиму контролю лише збільшують витрати, але не гарантують безпеку. Тому на відміну від цих методів базова ідея системи НАССР ґрунтується на тому, що постійний контроль у декількох окремих точках процесу, де з'являються небезпечні чинники, більш простий, більш надійний і менш витратний, ніж вибірковий контроль готової продукції. Якщо вибірковий контроль продукції лише констатує з певною вірогідністю небезпеку, то НАССР запобігає появі або зменшує до прийнятних для споживача рівнів всі небезпечні чинники, а тому дає більш повну гарантію безпеки всієї продукції.

Кваліфіковане і ретельне дослідження технологічного процесу при розробці НАССР-плану може значно скоротити кількість показників і процедуру контролю через використання експресних фізичних методів моніторингу.

Перевагою НАССР є також повна і об'єктивна документалізація контролю. Всі важливі рішення в системі НАССР: вибір контрольних точок керування (КТК), методик моніторингу, коригувальних заходів – протоколюються, вся документація належним чином оформляється та зберігається, а тому вона може бути використана в контрактних відносинах і навіть в судових позовах як об'єктивний доказ того, що у ході технологічного процесу були вжиті всі необхідні заходи для запобігання небезпеки.

Система НАССР легко узгоджується з іншими системами управління підприємством (СУЯ, СЕМ), тобто вона може бути складовою інтегрованих систем. Вона легко піддається незалежній перевірці та аудиту, що надає їй переваги при різного роду інспекціях директивних органів, а також при атестаціях та сертифікації виробництва і систем якості. Завдяки суттєвим перевагам перед іншими система НАССР з 1996 року стала обов'язковою для всіх операторів харчового ринку як в країнах-членах ЄС, так і в тих, що постачають продовольство до країн ЄС.

В Україні системою НАССР почали цікавитися тільки з 2001 року у зв'язку з необхідністю виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 26.09.2001р. № 462-р „Про затвердження плану першочергових заходів щодо впровадження систем управління якістю на підприємствах“ та другої редакції Закону України „Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини“ № [771/97-IV](#) від 24 жовтня 2002 р.

У статті 20 цього закону було записано: „Суб'єкти підприємницької діяльності – фізичні та юридичні особи усіх форм власності – зобов'язані здійснювати заходи щодо поступового впровадження на підприємствах харчової промисловості міжнародної системи забезпечення безпеки харчових продуктів НАССР у порядку та строки, визначені законодавством України для окремих видів харчових продуктів“.

Передбачалося, що порядок та строки обов'язкового запровадження будуть визначені окремими підзаконними актами. Згідно з Указом Президента України такі системи першою повинна була впроваджувати лікєро-горілчана галузь. Проте цього не сталося, і подальших кроків щодо реалізації цієї корисної та своєчасної норми зроблено не було. Але завдяки наполегливості Держспоживстандарту в Україні була створена необхідна нормативна і методична база для розробки і впровадження систем НАССР.

У 2003 році Українським державним науково-виробничим центром стандартизації, метрології та сертифікації (УкрЦСМ) розроблено ДСТУ 4161-2003 „Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги”. Цей стандарт реалізує вимоги Директиви Ради ЄС від 14. 06.1993 р. № 93/43 „Про гігієну харчових продуктів” та стандартів Кодексу Аліментаріус, які містять положення щодо гігієни харчових продуктів, харчових добавок, залишків пестицидів, контамінантів, маркування і представлення продуктів, методів відбору зразків та їх аналізу. Крім того, стандарти Кодексу також містять положення рекомендаційного характеру, яких повинна дотримуватися міжнародна спільнота для захисту здоров'я споживачів і забезпечення однакових торговельних методів, у вигляді правил і норм, настанов та інших документів, що сприяють досягненню цілей Кодексу. Таким чином ДСТУ 4161-2003 створює нормативну і методичну базу для розробки на вітчизняних підприємствах СМБХП на підставі концепції НАССР.

У цьому ж році науково-технічний центр Держспоживстандарту „Леонорм” видав довідник „Система НАССР”. Держспоживстандартом було також здійснено значну підготовчу інформаційну роботу:

- проведено значну кількість інформаційних семінарів та тренінгів з принципів та практики розробки систем управління безпечністю на основі філософії НАССР;
- підготовлено групу менеджерів СМБХП, що пройшли стажування за кордоном та в Україні;
- започатковано щорічне проведення Міжнародної школи з принципів контролю термічної обробки харчових продуктів;
- створено та започатковано діяльність Міжнародного інституту безпеки та якості харчових продуктів;
- проведено ряд семінарів для працівників апаратів міністерств і відомств, на яких за участю іноземних фахівців, ознайомлено державних службовців з нормами і правилами, що склалися на світовому ринку продовольства;
- створено первинну мережу консультативних та сертифікаційних центрів із запровадження НАССР;
- перекладено українською мовою зарубіжні настанови та підручники з НАССР.

Ці та деякі інші заходи сприяли підвищенню інтересу до НАССР та застосуванню кращого світового досвіду з боку передових харчових підприємств. Важливими чинниками, що також спричинили ці перші кроки за відсутності ініціатив держави, стали вимоги партнерів, у першу чергу російських, та труднощі у дедалі жорсткішій конкурентній боротьбі з просування вітчизняних харчових продуктів на зарубіжні ринки, що зростають.

Як стало зрозуміло з подальшого розвитку російсько-українських торговельних відносин, підприємствам України сьогодні фактично немає альтернативи запровадженню міжнародно визнаних вимог (стандартів, норм і правил) до організації виробництва та введення в обіг харчових продуктів на всіх етапах харчового ланцюга. Чим швидше ми приймемо та запровадимо згадані міжнародні стандарти, тим менше буде можливостей у наших недобросовісних конкурентів користуватися різноманітними бар'єрами у боротьбі за ринки збуту.

Для ефективного управління безпекою харчових продуктів Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) у 2000 році рекомендувала зробити аналіз ризиків (на якому ґрунтується концепція НАССР) складовою систем менеджменту безпеки харчових продуктів. Це і було зроблено Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO), яка розробила новий міжнародний стандарт менеджменту безпеки продуктів харчування – ISO 22000:2005. Він визначає вимоги щодо системи менеджменту безпеки продуктів харчування, включаючи всі організації харчового ланцюга від фермерських господарств до постачання продуктів харчування, пакування тощо.

Важливо те, що цей стандарт має на меті забезпечити відповідність СМБХП принципам „Кодексу Аліментаріус”, НАССР, гармонізацію добровільних міжнародних стандартів, надання стандарту для аудиту, який можна використовувати для внутрішніх аудитів, самосертифікації або сертифікації третьою стороною, поширення інформації про концепцію НАССР на міжнародному рівні.

Головною відмінністю ISO 22000:2005 від інших міжнародних та регіональних стандартів щодо якості та безпеки продуктів харчування є те, що він не включає детальних вимог до належної практики ви-

робництва. Разом з тим цей стандарт вимагає від організації впровадження належної виробничої, гігієнічної, торгової та інших практик у всіх відповідних ситуаціях. Завдяки цьому організації самі можуть визначати ті умови, які їх краще влаштовують. Через такі вимоги ISO 22000:2005 забезпечує зв'язок з міжнародними правилами і вимогами, які пов'язані з „Кодексом Аліментаріус“.

На підставі цього міжнародного стандарту Держспоживстандарт України розробив та ввів у дію з 01.08.2007 р. ідентичний йому національний стандарт України ДСТУ ISO 22000:2007 „Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга“. Робота з його впровадження, хоча й повільно, але поступово проводиться. Без сумніву, швидка та ефективна реалізація його вимог виробниками і операторами харчового ланцюга сприяла б збільшенню експортних операцій з продовольством, тому що закладена в ньому концепція НАССР орієнтує персонал організацій харчового ланцюга на системне визначення і виконання ефективних попереджувальних заходів.

Проте, на жаль, цього не спостерігається. Так, наприклад, серед двохсот харчових підприємств Полтавщини станом на початок 2009 року тільки два десятки мали впроваджені СМБХП на підставі НАССР. Дослідженнями, проведеними на КП „Полтавський м'ясокомбінат“, Глобинському м'ясокомбінаті (Полтавська область), АТЗТ „Ритм“ (м. Чернігів) та інших встановлено, що система НАССР може бути розроблена та ефективно впроваджена у стислі терміни.

Групі фахівців (5-6 осіб) на розробку та впровадження системи НАССР для обмеженої номенклатури продукції (від 3-х до 5-ти видів) достатньо 3-4 місяці. На виконання цих робіт не потрібні значні кошти, тому що всі дослідження виконуються власними фахівцями підприємства. Додаткові витрати виникають лише в разі залучення сторонніх фахівців – консультантів на підготовчому етапі (проведення досліджень і розробка НАССР-плану). У разі обмеження сфери застосування системи НАССР лише виробничою сферою підприємства загальні фінансові витрати, як правило, не перевищують 40 – 50 тис. грн. Для великих і середніх підприємств такі витрати є несуттєвими.

Але створення умов, необхідних для системи НАССР, у разі їх відсутності на підприємстві, потребує значних матеріальних витрат. Вони пов'язані з технічним переоснащенням підприємства, освоєнням сучасних технологій, запровадженням нового контрольно-вимірювального обладнання, підготовкою та підвищенням кваліфікації персоналу тощо. СМБХП на основі НАССР можуть ефективно функціонувати лише у тому випадку, коли на підприємстві бездоганно виконуються чинні в галузі правила виробничої та гігієнічної практики. Базові програми обов'язкових гігієнічних і виробничих заходів (GHP, GMP та інших практик) забезпечують чітке системне виконання всіх санітарно-гігієнічних вимог, охоплюють питання особистої гігієни персоналу, процедури миття і дезінфекції приміщень і устаткування, дезінсекції, дератизації і т. ін.

За даними обстежень підприємств, саме через відсутність або недостатність цих умов основними проблемами при розробці і впровадженні систем НАССР на вітчизняних харчових підприємствах у даний час є такі:

- зношеність або застарілість основних виробничих фондів підприємств. За офіційними статистичними даними фізично і морально застаріле обладнання в переробних галузях АПК складає (65–75) %, середній термін використання виробничих технологічних ліній досягає 12–15 років, а на окремих підприємствах – 25–30 років. Особливо важке положення зі станом контрольно-вимірювального обладнання. Радикальне оновлення технологій і технологічного устаткування через їх високу вартість здійснюється переважно за участю іноземного капіталу на великих харчових підприємствах, які вже мають доступ до європейського та міжнародних ринків. Середні і малі підприємства позбавлені такої можливості, особливо зараз, в умовах важкої економічної кризи;

- відсутність економічних стимулів для підприємств при розробці та впровадженні СУЯ та СМБХП на основі концепції НАССР. Розробка, впровадження і сертифікація СМБХП є суто добровільною справою підприємства. Крім можливостей використання сертифікату на систему НАССР, в рекламуванні своєї продукції підприємство не має більше ніяких преференцій перед конкурентами. Реальна економічна віддача від системи з'являється згодом, коли підприємство зміцнює своє ринкове становище, підвищує обсяги продаж і виробництва, просуває продукцію на нові, особливо міжнародні, ринки. Така віддалена в часі конкурентна перевага не приваблює більшість середніх і дрібних підприємств, головною метою яких є отримання високого та швидкого прибутку;

- нерозуміння вищим керівництвом і персоналом підприємств необхідності впровадження системного менеджменту якості і безпеки та сприйняття його як непотрібної бюрократичної діяльності і зайвої трати коштів. Ця позиція є цілком зрозумілою з огляду на вищесказане.

- недостатня обізнаність персоналу щодо системи НАССР і правил GMP/ GHP, брак практичного досвіду їх використання, низький рівень виробничої санітарії і гігієни та технологічної дисципліни. При відсутності швидкої економічної віддачі у керівництва і персоналу зникає зацікавленість у засвоєнні і впровадженні обтяжливих громіздких систем і правил, які виправдовують себе тільки через певний час.

Значна корумпованість контролюючих органів дозволяє з меншими витратами легко ухилятися від необхідності виконання обов'язкових вимог і без зайвого клопоту з розробкою і впровадженням систем отримувати, хоча й ризиковано але швидко суттєвий прибуток.

— висока вартість консалтингових і сертифікаційних послуг та недостатність методичного забезпечення з питань розробки і функціонування таких систем також створюють додаткові перешкоди на шляху впровадження СМБХП.

Для розв'язання цих проблем, на думку авторів, необхідно виконати низку заходів, серед яких, зокрема:

— сформувати державну систему підтримки виробників, які прагнуть впроваджувати СМБХП на підставі концепції НАССР;

— економічно мотивувати та забезпечити прискорення процесу оновлення і модернізації виробничих фондів харчових підприємств;

— забезпечити неухильне дотримання виробниками вимог технологічної дисципліни, виробничої санітарії та гігієни;

— активно вивчати кращий зарубіжний та вітчизняний досвід розробки і впровадження систем НАССР;

— створити необхідне методичне забезпечення з питань розробки, впровадження та використання таких систем;

— підвищувати рівень підготовки інженерно-технологічного персоналу з питань менеджменту якості і безпеки харчової продукції.

Висновки

Аналіз розвитку системного менеджменту якості та безпеки харчових продуктів засвідчує, що системи менеджменту безпеки харчових продуктів на основі концепції НАССР є запобіжними системами в частині безпеки харчової продукції. Особливістю цих систем є те, що за їх допомогою вивчається кожен етап у харчовому виробництві, виявляються специфічні ризики, впроваджуються ефективні методи контролю та моніторингу.

Вони не є системами повної відсутності ризиків. Вони призначені для зменшення ризиків, викликаних можливими проблемами з безпекою харчової продукції. Розробка і впровадження СМБХП є ефективним методом менеджменту, який використовується для захисту підприємства при просуванні на ринку харчових продуктів і захисті виробничих процесів від біологічних, хімічних, фізичних та інших ризиків забруднення.

Впровадження таких систем на вітчизняних харчових підприємствах стає проблематичним через низку причин, головними з яких є наступні: відсутність економічної мотивації і державної підтримки для підприємств, що впроваджують такі системи; відсутність фінансових і технічних можливостей для радикальної модернізації виробництва; можливість посилення ринкового становища шляхом недобросовісної конкуренції; недостатня обізнаність керівництва та інженерно-технічного персоналу в питаннях системного менеджменту якості та безпеки харчових продуктів.

Основними шляхами розв'язання проблем, що стримують розробку і впровадження СМБХП, є вдосконалення ринкових механізмів управління економікою; усунення умов для недобросовісної конкуренції; підвищення рівня підготовки інженерно-технічного персоналу з питань менеджменту якості і безпеки харчової продукції, вивчення кращого зарубіжного та вітчизняного досвіду розробки і впровадження СМБХП.

Література

1. Белов Ю.П. Розробка та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР// Світ якості України, № 2, 2005. – С.42–45.
2. ДСТУ 4161–2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 15 с.
3. ДСТУ ISO 22000: 2007. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 30 с.
4. Європейські вимоги до м'ясопереробних підприємств: Довідник. – Львів: Леонорм, 2005. – 122 с.
5. Макаренкова Г. Ю., Захарова А. Н. Мировой опыт внедрения системы ХАССП показал... или что остается за кадром при разработке системы управления качеством //Все о мясе. – 2005.– №1.– С. 48–51.
6. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С. Рекомендації щодо розробки та впровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на виробничих підприємствах споживчої кооперації України. – К.: Видавництво „Укоопосвіта“, 2007. – 84 с.

7. Рекомендації щодо аналізу ризику критичних контрольних точок виробництва м'ясопродуктів в умовах м'ясопереробних підприємств України. – К.: БІОПРОМ. – 2005. – 39 с.
8. Система НАССР. Довідник: / Львів: НТЦ „Леонорм –Стандарт“, 2003. – 218 с.

УДК 006.83

УДОСКОНАЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ

Янушкевич Д.А., канд. техн. наук, ст. наук. співр., Чорна Т.О., канд. хім. наук
Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного
торгово-економічного університету

У статті розглянуто сучасний стан національної системи стандартизації, дано загальну характеристику чинного фонду нормативних документів на продукти харчування. За критеріями поширеності та значущості важливе місце займають стандарти з питань системи управління безпеки харчових продуктів. На підставі проведеного аналізу сформульовано основні завдання щодо удосконалення національної системи стандартизації.

The modern condition of national system of standardization is considered in the article, the general characteristic of existing fund of standard documents on a foodstuff is given. The standards concerning a control system of foodstuff safety occupy the important place by criteria of prevalence and significance. On the basis of the spent analysis the basic tasks on improvement of national system of standardization are formulated.

Ключові слова: стандартизація, стандарт, технічне регулювання, законодавчий документ, нормативний документ, система управління безпекою харчових продуктів, технічний регламент.

Процеси глобалізації у світі та поширення концепції вільної торгівлі викликали потребу в узгодженні та уніфікації процедур і вимог, що застосовуються до товарів і послуг та транскордонної торгівлі ними. Зазначена вище тенденція не обминула і систему технічного регулювання, що складається з таких сфер, як метрологія, стандартизація, оцінка відповідності та акредитація органів з оцінки відповідності.

Сьогодні, найперше, забезпечується розробка національних стандартів, гармонізованих з міжнародними і європейськими, які є доказовою базою виконання вимог технічних регламентів, розроблених на основі європейських директив. Станом на 1 червня 2009 року в Україні діє 5665 національних стандартів, гармонізованих з міжнародними і європейськими. А від початку 2009 року прийнято 103 національних стандарти. В даний час на Україні у сфері харчової промисловості діє 1842 стандарти, з них ДСТУ – 848, РСТ – 135, ГОСТ – 859. Кількість гармонізованих стандартів з міжнародними така: ДСТУ – 357, ГОСТ – 40. Ступінь гармонізації національних стандартів на продукти харчування з міжнародними складає 39,5 %, а міждержавних з міжнародними всього 7 %.

Стан системи технічного регулювання свідчить про технологічний прогрес будь-якої країни, конкурентоспроможність її продукції, а також про репутацію та технічну спроможність її виробників і оцінювачів відповідності. Ця система утворює своєрідний трикутник, основою якого є стандартизація та метрологія, серединою – оцінка відповідності, а вершиною – акредитація органів з оцінки відповідності, яка гарантує технічну компетентність оцінювачів відповідності.

Сучасний стан сфери технічного регулювання та споживчої політики України, проблеми, які перешкоджають подальшому розвитку цієї сфери та потребують вирішення питань розвитку технічного регулювання та споживчої політики, розглянемо далі:

1. Технічне регулювання відносин у сфері встановлення, застосування та виконання обов'язкових вимог щодо продукції або пов'язаних з нею процесів, а також перевірка їх дотримання не відповідають основним положенням законодавства ЄС.

2. Низька інвестиційна привабливість сфери технічного регулювання та захисту прав споживачів не сприяє впровадженню інновацій і сучасних систем управління якістю. Поширення недобросовісної конкуренції призводить до насичення ринку недоброякісною продукцією.

3. Уповільнення розвитку системи спричинено також такими факторами:

- використання застарілих стандартів, норм і правил;
- невідповідність метрологічного забезпечення виробництва продукції сучасним вимогам;
- недосконалість державного нагляду за безпекою продукції;
- недостатній рівень використання сучасних інформаційних технологій;

— недостатнє фінансування сфери технічного регулювання та захисту прав споживачів.

Можна виділити дві ключові групи, які потребують першочергового вирішення в сфері технічного регулювання на продукти харчування:

1. Продовження процесу адаптації законодавства України до вимог законодавства ЄС та Угоди про технічні бар'єри в торгівлі Світової організації торгівлі. В цьому напрямку необхідно прийняти цілу низку законів України та рішень Уряду з питань правового регулювання, розробити та схвалити технічні регламенти на основі європейських директив „Нового підходу у сфері технічного регулювання та захисту прав споживачів. В цьому напрямку на даний час розроблені законопроекти „Про загальну безпеку продукції” і „Про відповідальність поставників за дефектну продукцію” на базі директив ЄС (ці проекти законів перебувають у Верховній Раді України).

2. Гармонізація нормативної бази, а саме – заміна стандартів колишнього СРСР на сучасні міжнародні та європейські стандарти.

Наявність застарілих стандартів ускладнює реалізацію в Україні принципу “один стандарт – одне випробування – один сертифікат”, проголошеного Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO), який має стати основоположним для системи технічного регулювання України, як країни – члена ISO, тому що він повністю відповідає Угоді про технічні бар'єри в торгівлі.

На практиці не реалізовано положення законів України „Про стандартизацію”, „Про підтвердження відповідності”, „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності”, уповільнено впровадження технічних регламентів. Гальмування впровадження технічних регламентів не дає змоги відмовитись від обов'язкової сертифікації. Крім того, існує велика небезпека того, що у разі відміни обов'язкової сертифікації, з'явиться серйозна загроза для життя і здоров'я населення України, погіршаться умови добросовісної конкуренції для вітчизняного виробника, а також з'явиться потреба у додатковій сертифікації продукції в країнах СНД, де існує подібна процедура і куди надходить у значних обсягах вітчизняна продукція з сертифікатами, що визнаються.

Стандартизація забезпечує сумісність і взаємозамінність продукції та її комплектуючих, однаковість виробничих процесів, безпеку продукції, а також, наскільки можливо, якість виробів. Як правило, стандарти, прийняті в країні, повинні відображати рівень наявної технології.

У 70-х роках минулого століття стандарти були визнані технічними бар'єрами в торгівлі, внаслідок чого члени ГАТТ/СОТ об'єднали свої зусилля, щоб запровадити певні підходи для вирішення цієї проблеми. Отже, останнім часом у сфері стандартизації спостерігаються такі тенденції:

— перехід від обов'язкового характеру стандартів до їх добровільного застосування; всі обов'язкові вимоги до продукції, процесів і послуг, які переважно стосуються безпеки, мають бути викладені у технічних регламентах;

— активне поширення міжнародних стандартів, включаючи вимогу розробляти, де можливо, технічні регламенти на основі відповідних міжнародних стандартів;

— відкритість і прозорість розробки стандартів і технічних регламентів на основі Кодексу усталеної практики підготовки, прийняття та застосування стандартів;

— заохочення обміну інформацією у сфері стандартизації;

— розширення процесів стандартизації, починаючи зі встановлення технічних вимог до продукції, до розробки стандартів для процесів і систем, наприклад стандарти серії ISO 9000 для систем управління якістю, стандарти серії ISO 14000 для систем екологічного управління та стандартів серії ISO 22000 системи аналізу ризиків та точок критичного контролю (НАССР) для забезпечення системи управління харчових продуктів (СУБХП) тощо.

Системність проведення робіт зі стандартизації декларується як один з її принципів з 60 років ХХ століття. Однак, практичні методи реалізації системного підходу до стандартизації не одержали необхідного розвитку. У роботах вітчизняних і закордонних авторів містяться пропозиції з удосконалювання стандартизації та метрологічної діяльності на основі розроблення нормативних документів, застосування різних методів кількісної оцінки якості об'єктів для рішення завдань оптимізації. Але в них відсутні матеріали, які розглядали б поставлену проблему вдосконалювання стандартизації в комплексі – від постановки мети стандартизації, розгляду нормативної бази як системи, процесного підходу до формування нормативної бази і розробки нормативної бази на підставі побудованої моделі.

Аналіз законодавчих актів і чинних НД показав, що нормативна база на продукти харчування вимагає застосування нових підходів, виходячи з подвійності вимог до цього процесу (національне законодавство і міжнародні вимоги). Але це можливо тільки на основі теоретичних досліджень, які дозволять забезпечити ефективність прикладних рішень в галузі стандартизації. Таким чином, рішення наявної науково-практичної задачі удосконалення нормативної бази вимагає проведення теоретичних і експериментальних досліджень для одержання принципових рішень щодо розроблення нормативних документів в даній галузі.

З метою розробки методів створення нормативної бази на СУБХП установлені коректність застосування терміна «система» до нормативної бази (НБ) і визначено наявність системної мети і властивостей системи на підставі того, що НБ повинна являти собою впорядковану множину нормативних документів, що регламентують вимоги, норми і правила на різних рівнях керування: національний, галузевий і рівень підприємства.

Нормативна база повинна бути розглянута як багаторівнева, ієрархічна система. Існує відмінність між реальною накопиченою неупорядкованою множиною нормативних документів – чинна нормативна база і необхідною їхньою множиною – бажана система нормативної бази на СУБХП. Модель системи нормативної бази і її підсистем, яка може бути представлена графічно у вигляді графа (рис. 1). Вона включає законодавчу та нормативну бази (ЗНБ), законодавчу базу (ЗБ), нормативні документи (НД).

До НД належать стандарти (національні – ДСТУ та організацій – СОУ), технічні умови – ТУ У і кодекси усталеної практики – КУП). В свою чергу стандарти організацій повинні мати аналогічну структуру.

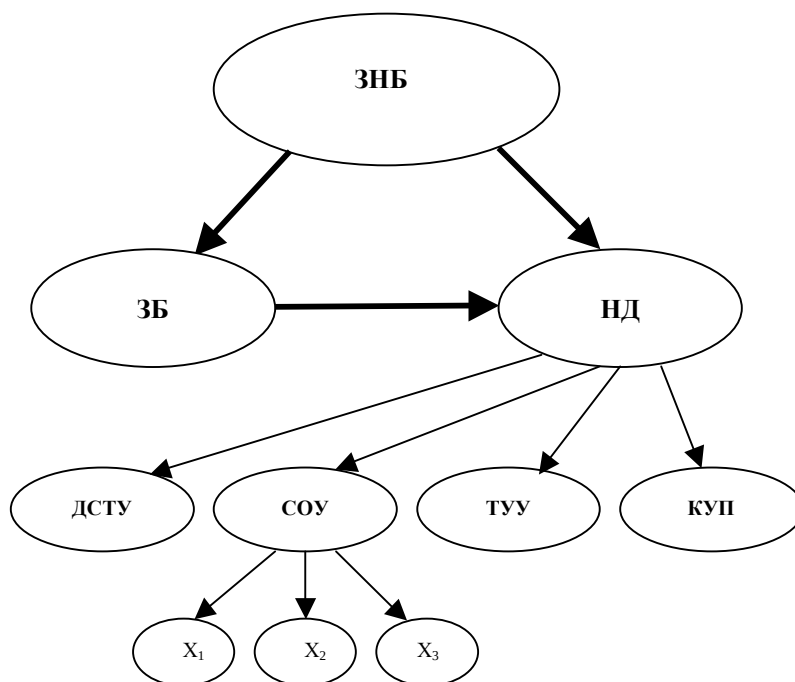


Рис. 1 - Модель системи нормативної бази на СУБХП

Виходячи з того, що структурні елементи системи нормативної бази на СУБХП призначені для реалізації часткових цілей, то модель цієї системи буде являти собою граф з основними орієнтованими деревами, що утворюють ієрархічну структуру. При цьому перелік основних дерев цієї моделі буде залежати від обраних часткових цілей стандартизації. Відмінність чинної та бажаної моделей системи виникає через зміну цілей у надсистемі, через зміну завдань технічного регулювання на підставі пріоритетів державної економічної політики та інтересів національної економіки. Тому для побудови моделей системи необхідно встановити мету надсистеми – на СУБХП, мету нормативної бази, яка входить як система в надсистему, і часткові цілі підсистем нормативної бази.

Проведені дослідження дозволили сформулювати наступні властивості системи нормативної бази на СУБХП і її підсистем:

- залежність від системної мети, яка є зовнішнім чинником, тому, що формується в надсистемі;
- простота, яка характеризується наявністю необхідної інформації, що дозволяє створювати, використовувати та управляти системою на підставі чинного в країні законодавства і прийнятих принципів технічного регулювання;
- «динамічність», яка визначається постійно мінливими елементами, що доповнюються, системи і її підсистем;
- взаємовкладеність елементів системи, яка проявляється в тому, що для НБ будь-який її елемент може бути представлений у різних підсистемах залежно від обраної ознаки формування цих підсистем.

Наприклад, НД, що регламентує основні вимоги до СУБХП, може виступати як основний документ у підсистемі «номенклатура показників якості» і як один з документів у підсистемі «технічні умови».

— кристалізація елементів системи, яка полягає в блокуванні факторів розвитку системи шляхом їхньої фіксації в певний момент часу, тобто вважається, що в цей момент часу системна мета не змінюється, наприклад, законодавчі вимоги до забезпечення СУБХП.

Висновки

1. У статті розглянуто сучасний стан національної системи стандартизації, дано загальну характеристику чинного фонду нормативних документів на продукти харчування. За критеріями поширеності та значущості важливе місце займають стандарти з питань системи управління безпекою харчових продуктів.

2. На підставі проведеного аналізу сформульовано основні завдання щодо удосконалення національної системи стандартизації на систему управління безпекою харчових продуктів на основі системного підходу.

Література

1. Закон України «Про стандартизацію» – 17.05.2001 р. № 2408–ІІІ.
2. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» – 01.12.2005 р., № 3164–ІV.
3. Юзьків Я., Цициліано О. Узагальнена оцінка ситуації у сфері стандартизації та суміжних видів діяльності // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – № 3. – С. 25–39.

РОЗДІЛ 4

СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор, Офатенко О.О., магістр, Крутий Г.О., студент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Аналізуються проблеми дефіциту прісної води. Розглядаються різні методи демінералізації води, проведено їх порівняльний аналіз. Показані перспективи низькотемпературних технологій водопідготовки. Наведені енергетичні і конструктивні переваги виморожувальних установок блочного типу, проведено дослідження їх енергетичних характеристик. Ефективність використання енергії підвищено за рахунок техніко-економічної оптимізації схеми та режимів її роботи. Наведено приклад вибору ефективного холодильного обладнання фірми Danfoss. Визначено термін окупності частотного перетворювача для регулювання потужності компресора.

Analyzed the problems of shortage of fresh water. Considered methods of demineralization of water, held their comparative analysis. Showed the prospects of low-temperature water treatment technologies. Presents the energy and the positive benefits of freezing units of block type, studies the energy of its characteristics. Energy efficiency improved by the technical – economic optimization schemes and modes of operation. An example of selecting efficient refrigeration equipment company Danfoss. You Values period frequency converter to power the compressor.

Ключові слова: технології демінералізації, енергоефективність, блочне виморожування, опріснення, частотне регулювання холодильної потужності.

Вступ. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), більше 1 млрд чоловік у світі не мають можливості користуватися чистою водою для пиття, а близько 2,4 млрд – нормальних побутових санітарно-технічних умов. За висновками ВООЗ, це є причиною смерті щорічно 2,2 млн чоловік, серед них багато дітей. Особливо тривожна ситуація із забезпеченням водою та санітарно-технічними умовами склалася у великих містах країн, що розвиваються, де спостерігається суттєва різниця в забезпеченні санітарних умов між престижними районами і кварталами, населеними біднотою.

Втрати питної води в таких країнах через катастрофічний технічний стан систем водопостачання складають до 40 %. Світовим співтовариством розробляється програма спільних дій щодо поліпшення забезпечення населення планети питною водою та санітарними умовами.

Не менш гостро такого роду проблеми стоять і в Україні, оскільки вона належить до малозабезпечених країн за запасами води, придатної для використання. Вже сьогодні у зв'язку з відсутністю місцевих джерел близько 1200 населених пунктів в Автономній Республіці Крим і в південних областях України частково або повністю користуються привізною питною водою, а водоспоживання постійно зростає.

За даними Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, наведеними у «Національному плані дій з гігієни навколишнього середовища» (розроблений у 1998 р.):

- щорічно до 10 % досліджених проб води з водопровідних мереж не відповідають гігієнічним нормативам за органолептичними властивостями, загальною мінералізацією, вмістом хімічних речовин;
- практично кожна восьма проба питної води із сільських водопроводів і кожна третя з джерел децентралізованого водоспоживання не відповідає вимогам за бактеріологічними показниками;
- кількість аварій, що відбуваються в результаті надзвичайно поганого стану водопровідної мережі, на рівень перевищує відповідну норму в країнах Європи;
- питна вода в деяких регіонах України – значний фактор ризику виникнення інфекційних захворювань.

Сьогодні ця проблема носить соціальний, економічний, медичний, географічний і навіть політичний характер, тому постає важливе питання водопідготовки. Під водопідготовкою розуміють сукупність способів обробки природної води, що застосовуються для приведення її якості у відповідність з вимогами нормативних документів.

Поширені на сьогодні методи демінералізації (термічні, мембранні, іонний обмін, зворотний осмос, електродіаліз) не є енергоефективними та технологічними. Мало поширені поки що методи опріснення виморожуванням мають певні переваги в цьому питанні.

Технологія опріснення виморожуванням. При штучному повільному заморожуванні солоні води навколо ядер кристалізації утворюється прісний лід голчатої структури з вертикальним розташуванням

голок льоду. При цьому в міжголчатих каналах концентрація розчину, а отже, і його щільність, підвищуються, і він, як важчий, у міру виморожування осідає вниз. При розтаванні голчатого льоду утворюється прісна вода із вмістом солей до (500-1000) мг/л. Для кращого опріснення іноді застосовується штучне плавлення частини льоду при температурі $\approx 20^\circ\text{C}$. Вода, що утворюється при таненні, сприяє повнішому вимиванню солей з льоду. Спосіб виморожування достатньо простий і економічний, але вимагає складного і громіздкого устаткування. Саме цей процес демінералізації становить особливий інтерес для багатьох галузей промисловості, де потрібне очищення води від мінеральних солей або отримання питної води високої якості. Цей метод також найбільш перспективний для отримання питної води з морської в прибережних і пустинних зонах різних регіонів світу.

Фізичні принципи, реалізовані процесом демінералізації солоної води виморожуванням, обумовлюють ряд його переваг. Зокрема, кількість енергії, що необхідна для отримання 1 кг чистої води виморожуванням у 7 разів менша, ніж при випаровуванні або дистиляції. Демінералізація виморожуванням нечутлива до мінерального складу початкової води, показник якості питної води по сухому залишку (менше 1,0 кг солей на 1 м³ води) може бути досягнутий у всіх випадках. Серед методів опріснення солоної води виморожуванням найбільш поширені методи демінералізації з теплообміном через стінку, що охолоджується, заморожування води у вакуумі і пряме заморожування солоної води хладагентом.

У першому випадку можлива порівняно проста технічна реалізація, проте метод має низьку ефективність, питоме енергоспоживання складає (70-110) МДж/м³. Установки заморожування води у вакуумі технічно достатньо складні і вимагають стабілізації вакууму (420 Па) у великих об'ємах. Вакуумний опріснювач фірми Колт (США) при продуктивності 400 м³ на добу прісної води має енергоспоживання (40-45) МДж на 1 м³ опрісненої води. Загальним недоліком даного методу є великі габарити заморожувача і пов'язані з цим технічні складнощі підтримки в такій крупній системі глибокого вакууму.

Перспективним способом опріснення води є контактне заморожування за допомогою хладагента, що не змішується з водою. В якості агента використовують нерозчинні у воді бутан, ізобутан, метилхлорид, фреони (R114, R115, RC-318). Зокрема, опріснювач фірм Струзерс, Блоу-нокс (США) працює за двоступінчастим холодильним циклом з ізобутаном як холодильним агентом. Завдяки контактній теплопередачі з малою різницею температур (1-2) $^\circ\text{C}$ між ізобутаном і водою при заморожуванні досягається висока енергетична досконалість установки і низька вартість. Енерговитрати при продуктивності 19000 м³ на добу становлять 27 МДж/м³. При невисокій вартості електроенергії такий опріснювач конкурентоспроможний з дистиляційною установкою, споживаючою дешеву пару низькотемпературного ядерного реактора.

Основними стримувальними чинниками впровадження способів демінералізації солоних вод виморожуванням є технічна складність і висока вартість відповідних холодильних систем, заснованих на застосуванні крупних компресорних установок, і використання екологічно небезпечних агентів (фреонів).

За останніх 20 років у світі сумарна продуктивність опріснювальних установок збільшилася більш ніж у 50 разів. При цьому спостерігається тенденція створення як крупних опріснювальних систем із продуктивністю 500000 м³/доб і більше, так і середніх та малих установок для потреб сільського господарства і отримання прісної води з морської або солоної води, що надходить з глибинних свердловин. Поки зберігається орієнтація на застосування простіших і технологічно відпрацьованих дистиляційних опріснювальних установок. В умовах екологічної кризи одним з можливих напрямів очищення води може бути її демінералізація виморожуванням у разі створення технічно простих і недорогих холодильних систем.

Таким напрямком можна вважати розроблену в ОНАХТ технологію блочного виморожування.

Технологія опріснення виморожуванням з утилізацією енергії льоду. Принципова схема установки наведена на рис. 1. Технічною ідеєю схеми є залучення до регулювання продуктивності холодильної машини частотного перетворювача. Справа в тому, що система має надійно функціонувати як у першому циклі (при відсутності льоду в плавителі), так і в наступних циклах, коли йде плавлення льоду, підвищується енергетична ефективність холодильного циклу, зменшується величина холодильної потужності. Зниження холодильної потужності регулюючим вентилем не є енергетично доцільним засобом. Використання у схемі частотного перетворювача дає змогу перестроювати холодильну машину на необхідну продуктивність при ефективному використанні електричної енергії. Істотно, такий перетворювач має окупатися за рахунок економії енергії. Зробимо аналіз економічної ефективності схеми (рис. 1).

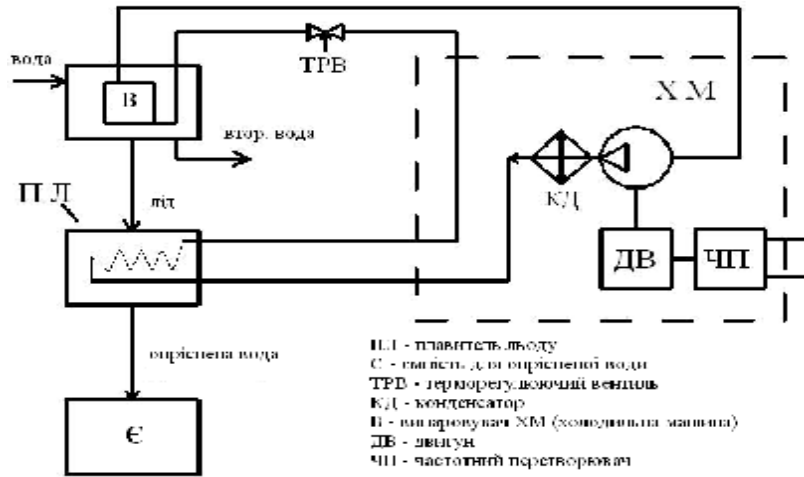


Рис. 1 – Схема опріснювальної установки

Аналіз енергетичної та економічної ефективності.

Загальне рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q = c_{p,p} \cdot V_p \cdot \rho_p \frac{\partial t_p}{\partial \tau} + \Omega F_l \frac{dr_l}{\partial \tau} + Q_{nom} \quad (1)$$

З урахуванням наведених припущень для безрозмірної координати $x = (r_l - r_i) / (r_k - r_i)$ визначається безрозмірний час виморожування:

$$Fo = \frac{Ph}{2(n+1)} \left(1 + \frac{2}{Bi_T}\right) \quad (2)$$

де Bi_T – число Біо теплове:

$$Bi = \alpha_x \cdot r_T \left(\frac{\ln r_k / r_T}{l_T} + \frac{\ln r_l / r_k}{l_l} \right),$$

Ph – число фазового переходу;

$$Ph = \frac{r_p \cdot \Omega}{r c_{p,l} (t_p - t_k)}, \quad (3)$$

де n – константа, яка характеризує форму блоку льоду, для циліндра $n = 1$; α_x – коефіцієнт тепловіддачі від холодильного агента до стінки кристалізатора, Вт/(м²К); r_T – внутрішній радіус стінки кристалізатора, м; r_k – радіус концентратора, м; r_l – радіус блоку льоду, м; λ_k – теплопровідність стінки кристалізатора, Вт/(мК); λ_l – теплопровідність льоду, Вт/(мК); ρ_p, ρ_l – щільність розчину і льоду, кг/м³; Ω – питома теплота кристалізації, Дж/кг; $c_{p,l}$ – питома теплоємність льоду, Дж/(кгК).

Наведена модель добре відображає тепловий стан системи, але не враховує особливостей масопереносу на кордоні "лід-розчин" при концентруванні харчових рідин, які є складними багатокомпонентними системами. Тому, для визначення дійсного часу кристалізації необхідно ввести коригувальний коефіцієнт, який врахував би зазначену специфіку. З урахуванням зміни ентальпії твердої фази і особливостей масопереносу на кордоні "лід-розчин" дійсний час процесу складе [8]:

$$\tau = \tau_0 \Psi_1 \Psi_2 \quad (4)$$

де Ψ_1 – коефіцієнт, що враховує зміну ентальпії твердої фази:

$$\Psi_1 \approx 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{Bi_T}{Bi_T + 1} \right)^{2/3} \left(\sqrt{1 + 2 \frac{F_l r_l / V_l}{Ph}} - 1 \right) \quad (5)$$

де F_l – площа поверхні блоку льоду, м²; V_l – обсяг блоку льоду, м³.

У співвідношенні (4) Ψ_2 – коефіцієнт, що враховує специфіку масообмінних процесів при блочному виморожуванні

$$\Psi_2 = A (Bi_l)^K; \quad (6)$$

де Bi_d – число Біо дифузійне

$$Bi_d = \frac{b \cdot r_n \ln(r_L / r_K)}{D} \quad (7)$$

де β – коефіцієнт інтенсивності масопереносу від розчину до блоку льоду, м/с; D – коефіцієнт дифузії, м/с².

Алгоритм передбачає процедуру розрахунку тривалості процесу виморожування (τ), поточної концентрації розчину (C_i), поточного значення діаметра блоку льоду (d_{li}) та його об'єму (V_{li}). В розрахунках прийняті значення щільності льоду $r_L = 917 \text{ кг/м}^3$, його теплопровідності $l_L = 2 \text{ Вт/мК}$; питомої теплоти фазового перетворення $\Delta h_{1-2} = 333 \text{ кДж/кг}$; питомої теплоємності $Cp_2 = 2,05 \text{ кДж/кгК}$. Товщина шару льоду визначалась із кроком $\Delta X = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Для першого кроку розрахунку $X = \Delta X$. Розрахунок ведеться зі сталою кріоскопічною температурою (t_k), а при розрахунку щільності розчину (ρ) враховується ще й його температура (t). Для кожного значення X та температури кипіння (t_0) визначається число фазового перетворення Ph , яке дає можливість визначити час процесу (τ_{min}), діаметр блоку льоду (d_{li}), його об'єм (V_{li}) та масу (M). Із матеріальних балансів визначається об'єм (V_{ji}) та її концентрація (C_i). Методика передбачає розрахунок числа Ph за умовою $Bi \rightarrow \infty$. Поправку, що визначає вклад дійсного значення числа Bi , знайдено за результатами експериментального моделювання.

Розрахунок проведено для апарата, що вміщує $V_n = 4 \text{ л}$ води. В апараті використовуються циліндричні кристалізатори, радіус труби випарника становить $0,05 \text{ м}$, а її висота $h = 1 \text{ м}$. Саме на такому апараті виконано експериментальні дослідження. Порівняння результатів дає можливість встановити реальні значення числа Bi та підвищити точність розрахунків.

Результати експериментів подано на рис. 2.

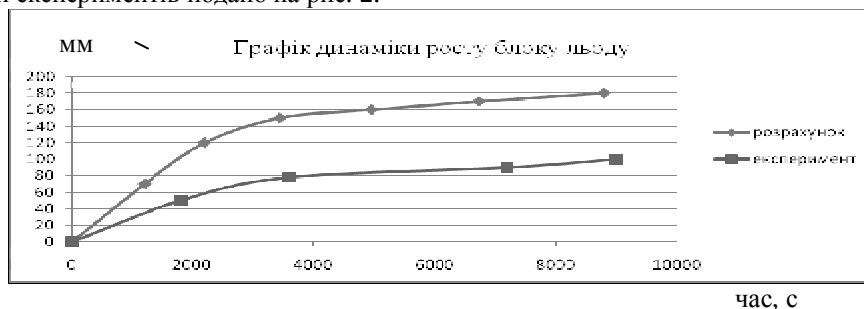


Рис. 2 – Кінетика кристалізації льоду

З графіка видно, що поправочний коефіцієнт дорівнює $\psi = 2,5$. Тому надалі в розрахунках τ рахується за такою формулою:

$$\tau = \psi \tau_{min} \quad (8)$$

Подальший аналіз проводимо для такої самої конструктивної компоновки. Змінюються в розрахунках режими кристалізації. Відповідно температури кипіння холодильного агента становлять: для першого режиму $t_0 = -8^\circ \text{C}$, для другого $t_0 = -12^\circ \text{C}$, а для третього $t_0 = -15^\circ \text{C}$ (табл. 1).

Таблиця 1 – Загальні результати розрахунків

	$t_x = -8$				$t_x = -12$			$t_x = -15$		
Ph	22.163	22.163	22.163	22.163	14.775	14.775	14.775	11.82	11.82	11.82
$\tau_{min}, \text{с}$	137.5	550	1237.5	2200	92.5	370	832.5	74	296	666
$\tau, \text{с}$	3600	5400	7200	10800	3600	7200	10800	3600	7200	10800
Дл, м	0,245	0,273	0,315	0,35	0,245	0,273	0,315	0,245	0,273	0,315
Мл, кг	6,2	9,3	12,4	18,6	6,2	12,4	18,6	6,2	12,4	18,6

Дані табл. 1 відносяться до одного кристалізатора. Наступним кроком проектування є вибір компресора, аналіз холодильного циклу, впливу марки холодильного агента та способу регулювання холодної потужності на техніко-економічні характеристики установок.

Техніко-економічний аналіз опріснювача блочного типу. Теоретично необхідна холодна потужність для функціонування Z кристалізаторів дорівнює

$$Q = \frac{M_{ji} \cdot \Delta h_{1-2}}{t_i \cdot 60} Z [\text{кВт}] \quad (9)$$

Після першого циклу підключається у роботу плавитель льоду, який дає можливість як мінімум 25 % енергії льоду повернути в холодильний цикл. Відповідно, холодильна потужність компресора буде знижена. Компресор вибирається за допомогою програмного продукту Danfoss Forsee (табл. 2).

Таблиця 2 – Технічні характеристики компресорів

Model	t_0 , °C	Technology	Voltage	Cooling capacity (W)	Power input (W)	Mass Flow (kg/h)
VTZ171-G	-8	Reciprocating	400/575/3	30112	8573	722
VTZ215-G	-12	Reciprocating	400/575/3	30109	9826	568
VTZ242-G	-15	Reciprocating	400/575/3	30109	11012	677

Розрахунок ведеться так, що установка працює у дві зміни. Компресор працює 960 хвилин, або 16 годин. Приймаємо вартість кіловат*години електроенергії 0,5 гривні, а кількість робочих днів у році 220. Перші 3 години потужність становить 40150 Вт, потім потужність з використанням частотного перетворювача знижується до 30112 Вт і знаходиться на цьому рівні решту 12 годин. Таким чином використання частотного перетворювача знижує використання енергії на 25 %.

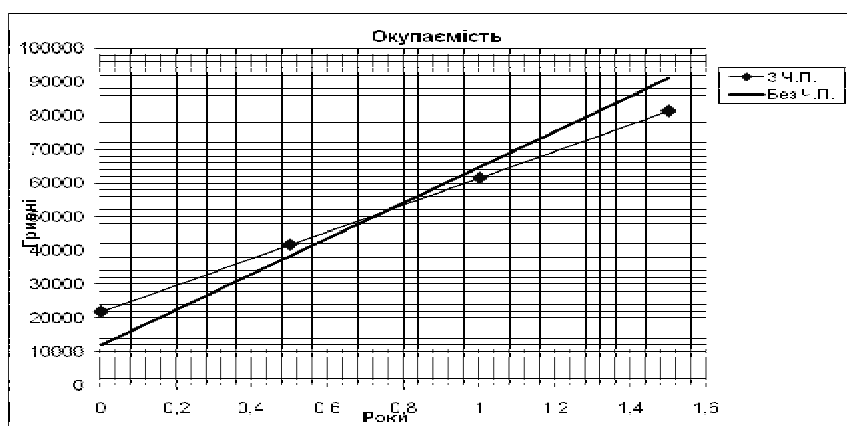


Рис. 3 – Термін окупності системи з частотним перетворювачем

Вартість частотного перетворювача VLT HVAC становить 1200 євро або 9840 гривень за курсом НБУ на початок 2009 р. Результати аналізу наведено на рис. 3. Наведений графік показує, що термін окупності частотного перетворювача становить 0,7 року.

Висновки. Опріснення води виморожуванням – це ефективний та надійний спосіб водопідготовки. Перспективним напрямком удосконалення обладнання для очищення води є впровадження апаратів блочного виморожування, де енергетичні втрати зведено до мінімуму і конструкція значно спрощена.

Енергетично ефективним є організація в апаратах блочного типу процесу кристалізації при температурі (-8...-10) °C та комплектація їх енергоефективним обладнанням фірми Danfoss. Так, термін окупності частотного перетворювача для регулювання холодильної потужності не перевищує 0,7 року.

Література

1. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды. – Минск, 2005.
2. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – М.: Химия, 1978.
3. Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения/Пер. сайга. – М.: Химия, 1981.
4. Чернозубов В.Б., Подберезный В.Л., Токманцев Н.К. Техника термического опреснения воды в системах водоподготовки и ликвидации солесодержащих промышленных стоков. //Экология и технология. – Москва, 1994.
5. Ресурсы www.bibliotekar.ru/
6. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств. – Одесса: Полиграф, 2008. – 244 с.
7. Ресурс <http://www.Danfoss.com/>
8. Бурдо О.Г., Мілінчук С.І. Моделювання процесів блочного виморожування з рециклінгом льоду // 36. наук. праць ОНАХТ. – Одеса, 2009. – Вип. 35. – С.56-60.

УДК 628.165:536.5

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ Й РЕЄСТРАЦІЇ ТЕМПЕРАТУР В ПРОЦЕСІ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ

Василів О. Б., канд. техн. наук, доцент, Тюхай Д. С., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена проблемам вимірювання температур в лабораторному експерименті. Розглянуто розроблений програмно-апаратний комплекс для вимірювання швидкозмінних температур в процесі опріснення і наведено його характеристики.

Article is devoted problems of measurement of temperatures in laboratory experiment. It is considered the developed hardware-software complex for measuring rapidly changing temperatures in process desalinization and its characteristics are resulted.

Ключові слова: вимірювання, термодатчик, інтерфейс, мікроконтролер, опріснення.

Актуальність проблеми і постановка задачі дослідження. Вступивши в ХХІ століття, світ зіткнувся з проблемою дефіциту прісної води. Україна відноситься до країн, які погано забезпечені ресурсами прісної води. Ще однією проблемою для України є низька якість питної води, яка ще до всього постійно погіршується. Це обумовлено не тільки забрудненістю джерел питного водозабезпечення, а й незадовільним станом ряду очисних споруд і водотранспортних мереж [1, 2]. Оскільки високомінералізована й питна вода, є водними розчинами неорганічних і органічних речовин, то для її опріснення та очищення використовують процеси, метою яких є розділення розчину на чисту (або умовно чисту) воду й концентрат домішок. Одним із таких процесів є процес виморожування. Перевагами його є низька енергоємність процесу кристалізації води й унікальні властивості вимороженої води. Разом з тим, проблемою всіх існуючих на сьогодні технологій виморожування є низька ефективність процесу розділення розчину на етапі кристалізації води [3, 4].

На кафедрі теплохолодотехніки ОНАХТ розроблена виморожуюча установка, яка дозволяє підвищити ефективність процесу розділення соляного розчину шляхом автоматичного регулювання температури холодильного агенту з метою підтримання постійного в процесі градієнту температур між температурою на фронті кристалізації та температурою в розчині.

Одним з елементів установки, що розробляється є модуль вимірювання температури, який забезпечить як реєстрацію швидкозмінних даних у процесі переохолодження розчину так і в інших характерних точках процесу, зокрема у твердій фазі (льоді).

Вимірювання в науковому експерименті істотно відрізняються від вимірювань у технологічних процесах. У науковому експерименті необхідне одержання максимуму інформації про досліджуваній об'єкт, тому кількість точок вимірювання температури може мати кілька десятків. Існуюче на сьогодні вимірювальне обладнання не забезпечує в повній мірі вирішення задачі експерименту, тому застосування промислових вимірювачів температури недоцільне, з певних причин:

- мале число каналів вимірювання, звичайно один або два (деякі моделі - чотири);
- невисока точність вимірювань ($\pm 1^\circ\text{C}$);
- висока вартість, особливо при побудові багатоканальної системи;
- обмежені можливості обробки результатів вимірювання.

Для точного вимірювання температури необхідно правильно побудувати вимірювальну систему з урахуванням всіх факторів, що впливають, і особливу увагу приділити вибору датчика температури для конкретних умов застосування. Насьогодні випускаються різні за конструкцією й характеристикам датчики - від термісторів, термометрів опору й термопар до інтегральних датчиків температури [2].

Аналіз ринку вимірювальних приладів показав, що приблизно 50...60 % температурних вимірювань виконується термопарами, 30...40 % — резистивними датчиками (термометри опору), а інші вимірювання — іншими датчиками (термістори, пірометри).

За останні два десятиліття відбувся великий прогрес у технологіях температурних вимірювань. Це стосується появи цифрових інтегральних датчиків температури (ІДТ). Відмінною рисою ІДТ у порівнянні із традиційними термодатчиками (термісторами, термопарами й ін.) є порівняльна простота їхнього використання й висока точність вимірювання.

ІДТ гарантують певну похибку вимірювання температури, не вимагають стабільних джерел живлення й періодичного підстроювання. ІДТ останнього покоління оснащені цифровими інтерфейсами, так звані інтелектуальні ІДТ, наявність якого спрощує стиккування датчика з мікроконтролерами й комп'ютерами [5, 6].

Основні характеристики найпоширеніших ІДТ наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристики інтегральних термодатчиків

Термодатчик	Діапазон вимірюваних температур	Точність вимірювання температури	Вихідний сигнал	Інтерфейс	Додаткові функції
Фірма Analog Devices					
AD590	-55...+150	$\pm 0,5$	аналоговий (струм)		
AD22100	-50...+150	$\pm 0,5$	аналоговий (напруга)		
TMP03	-40...+100	$\pm 0,5$	імпульсний		
AD7314	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	SPI	
Фірма Dallas Semiconductor					
DS600	-40...+125	$\pm 0,5$	цифровий	1-Wire	термостат
DS1820	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	1-Wire	
DS18B20	-55...+125	$\pm 0,0625$	цифровий	1-Wire	
DS1821	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	1-Wire	термостат
MAX1618	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	SMBus	
Фірма National Semiconductor					
LM35	-55...+150	$\pm 0,5$	аналоговий (напруга)		
LM77	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	Two-Wire	
Фірма Philips Semiconductors					
KTY81-110	-55...+150	$\pm 0,5$	аналоговий (опір)		
KTY85-110	-40...+125	$\pm 0,5$	аналоговий (опір)		
Microchip					
TC77	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	SPI	
TCN75	-55...+125	$\pm 0,5$	цифровий	SPI	

З урахуванням виявлених проблем температурних вимірювань, була розроблена багатоканальна вимірювальна система реального часу з мікроконтролерним управлінням, яка здійснює вимірювання значень температури з необхідною точністю та наступною передачею інформації до ПЕОМ. Структурна схема системи наведена на рис. 1.

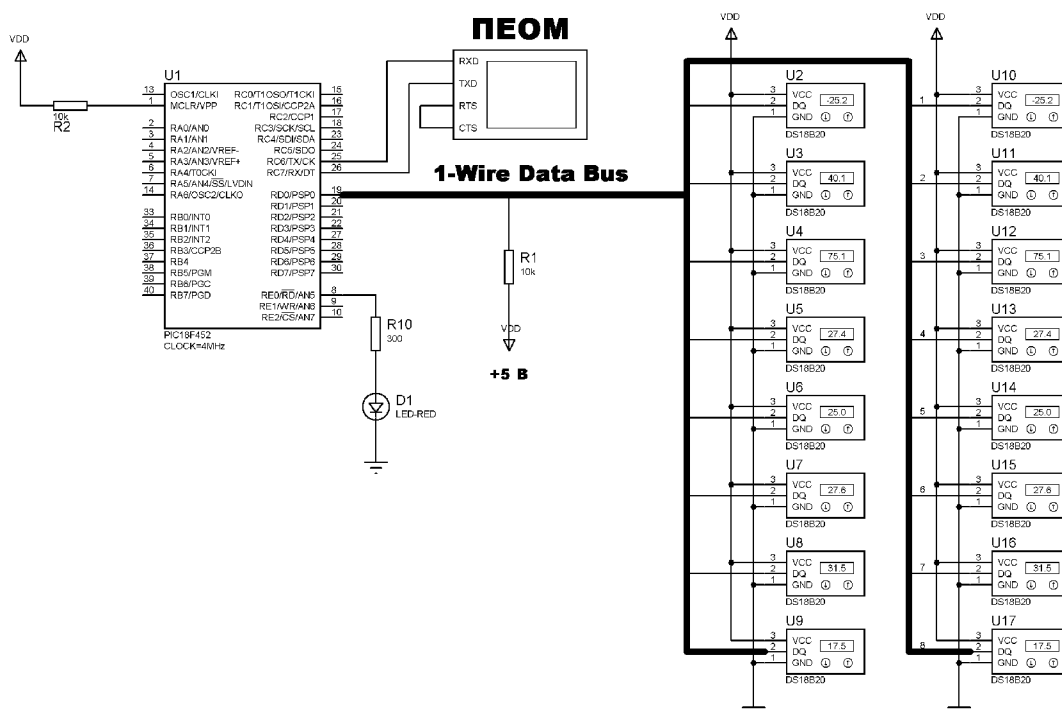


Рис . 1 — Структурна схема вимірювальної системи з мікроконтролерним управлінням

У якості датчиків температури були використані цифрові прецизійні термометри DS18B20 фірми Dallas Semiconductor, які дозволяють перетворювати значення температури (температура корпусу датчика) у цифровий код з точністю від 9 до 12 розрядів (програмується користувачем, залежно від необхідної точності вимірювання).

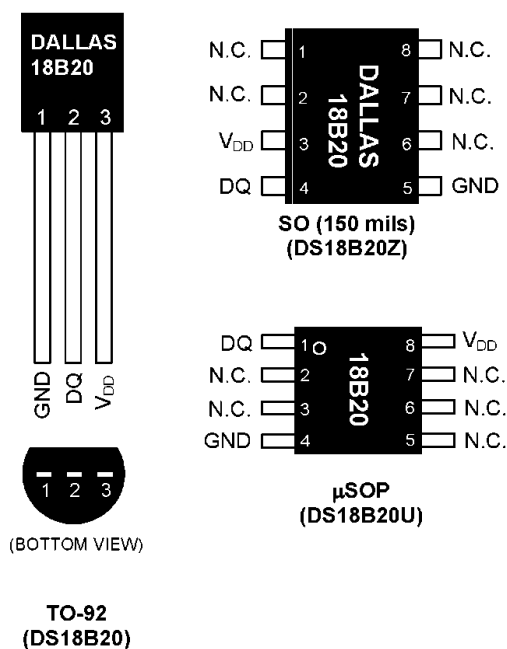


Рис. 2 — Варіанти корпусу датчика DS18B20

Технічні характеристики датчика DS18B20 наступні:

- інтерфейс 1-Wire;
- унікальний 64-бітний код для кожного датчика;
- не потрібні додаткові зовнішні компоненти;
- напруга живлення від 3.0 В до 5.5 В;
- діапазон вимірювання температури від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$;
- максимальна точність перетворення $\pm 0,0625^{\circ}\text{C}$;
- максимальний час перетворення 750 мс;
- тип корпусу: 8-Pin SO, 8-Pin uSOP, або 3-Pin TO-92.

Обмін інформацією з DS18B20 відбувається по однопровідному послідовному інтерфейсі 1-Wire. Датчик випускається в трьох варіантах корпусів (рис. 2).

На блок-схемі (рис. 3) показані основні вузли DS18B20. Живлення датчика може бути отримане або по шині даних інтерфейсу 1-Wire (DQ), або від окремого зовнішнього 3...5, 5 В джерела живлення. У випадку передачі живлення по шині даних досить двохпроводної лінії зв'язку.

Кожний датчик містить унікальний серійний номер, записаний при виробництві (64-bit ROM), що дозволяє підключити безліч датчиків і побудувати мережу на основі інтерфейсу 1-Wire. Це дозволяє розмістити датчики в різних місцях (на відстані до 300 м) і збирати інформацію із простого 2-проводного кабелю.

Мережа 1-Wire являє собою систему зв'язку, у якій один ведучий (майстер) здійснює обмін даними з одним або більше веденими пристроями по однопровідній лінії даних (не враховуючи загального проводу), використовуючи послідовний протокол 1-Wire. Відповідно до цього протоколу всі ведені пристрої синхронізуються майстром. Як майстер звичайно використовується мікроконтролер або персональний комп'ютер (ПК) із зовнішнім інтерфейсом 1-Wire. Мережа 1Wire складається із трьох основних елементів: майстрів шини, що мають інтерфейс 1-Wire, електричних з'єднань між майстром і веденими пристроями й властиво ведених пристроїв. Майстер ініціює всі процеси, що відбуваються в мережі, і управляє ними. Передача даних здійснюється послідовно побайтно й побітно (першим передається молодший біт байта) у напівдуплексному режимі.

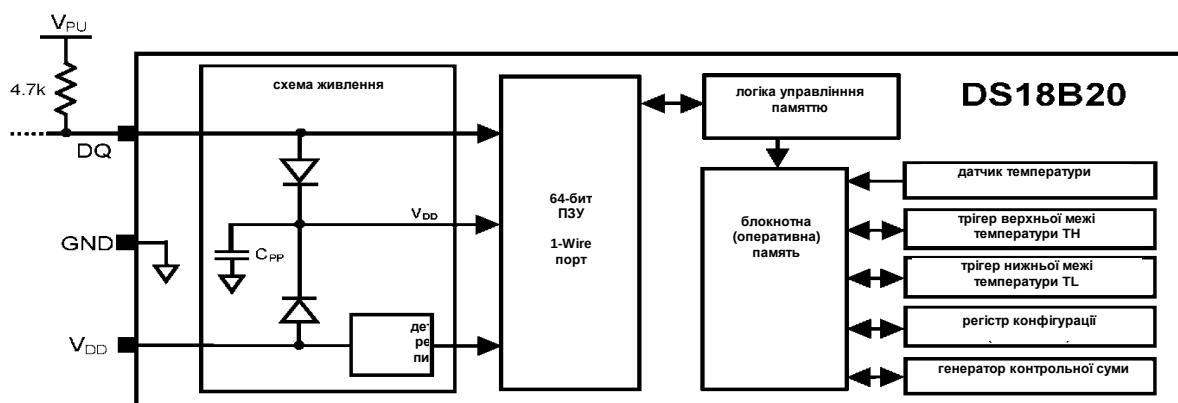


Рис. 3 – Блок-схема датчика DS18B20

Мережі 1-Wire можуть значно різнитися за своїми розмірами і топологією. Відповідно, їх можна розділити на мініатюрні, прості, типові й складні. Для лабораторних експериментальних установок до-

статньо застосування мініатюрної (рис. 4) або простої (рис. 5) мережі, які мають однакову топологію й різняться тільки відстанню між майстром і веденими приладами. Всі ведені прилади підключені до майстра за допомогою двохпроводної лінії, яка називається магістраллю, що завжди бере участь в обміні даними. При застосуванні тільки пасивної схеми «слабкої» підтяжки з використанням резистора опором 1.2 кОм, максимальне число ведених приладів може становити 80...100. При більшій кількості приладів потрібно інша топологія або більш складний інтерфейс.

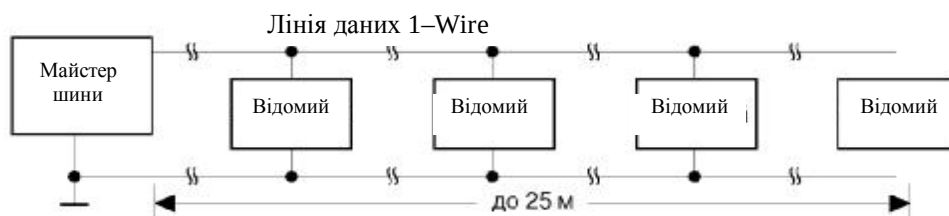


Рис. 4 – Проста мережа 1-Wire

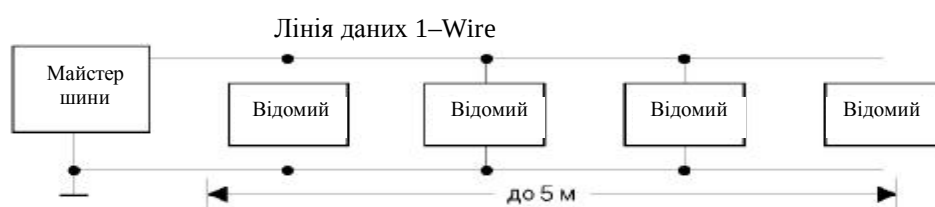


Рис. 5 – Мініатюрна мережа 1-Wire

Реєстрація даних здійснюється за допомогою розробленого програмного забезпечення, яке складається з:

- високорівневого програмного інтерфейсу, реалізованого на Visual Basic (рис. 6);
- низькорівневого апаратного інтерфейсу, реалізованого на мікроконтролері.

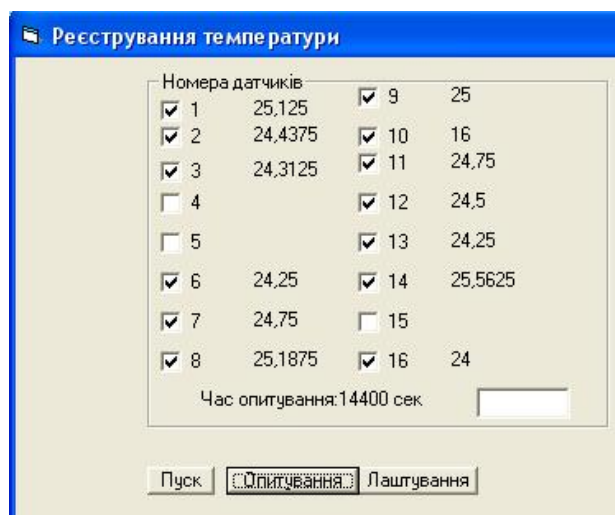


Рис. 6. Вікно програми інтерфейсу

даних.

Був розроблений протокол обміну даних між контролером та персональним комп'ютером.

Програмний інтерфейс, реалізований на Visual Basic за допомогою технології OLE (Object Linking and Embedding, зв'язування й вкладення об'єктів), забезпечує створення електронної таблиці Excel та запис поточної інформації про значення температур та час вимірювання. Використання OLE-об'єктів дозволяє організувати доступ до даних, які містяться в електронних таблицях та її наступним збереженням у базі даних [7, 8]. Результати реєстрації даних наведено на рис. 7.

Розроблений програмно-апаратний комплекс дозволяє в режимі реального часу здійснювати вимірювання в 16 точках з різним періодом опитування та необхідною точністю, а створення бази даних дозволить в подальшому здійснювати комплексну обробку накопичених

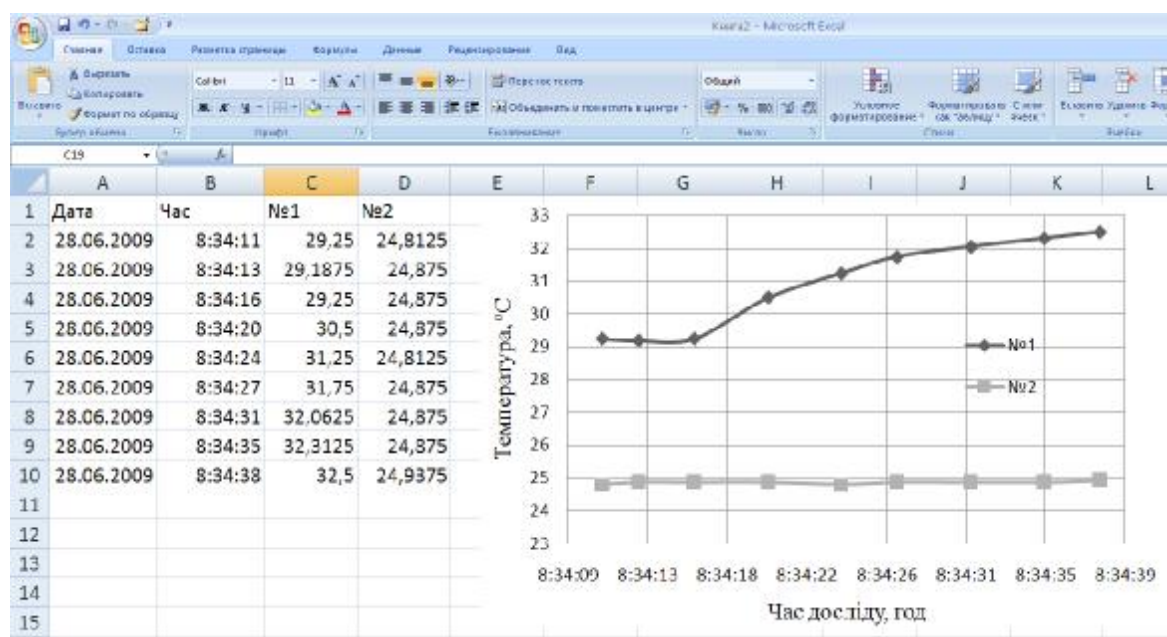


Рис. 7 – OLE-об'єкт Excel

Література

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671.
2. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
3. Коваленко О.О., Євдокимова О.О., Василів О.Б. Дослідження процесів низькотемпературного опріснення природної та технічної води. Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / ДонДЕУТ. – Д.: 2009. – Вип. 21., С. 243-248.
4. Василів О.Б., Коваленко О.О. Структура та шляхи раціонального використання води на харчових підприємствах. Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2009. – Вип. 35. т. 1, С. 54-58.
5. Мелик-Шахназаров А.М., Маркатун М.Г., В.А. Дмитриев. Измерительные приборы со встроенными микропроцессорами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
6. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. – М.: Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2006. – 96 с.
7. Иди Ф. Сетевой и межсетевой обмен данными с микроконтроллерами. /Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 376 с.
8. Агуров П.В. Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004 – 496 с.

УДК 620.196:669.71

ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЇ ТРУБОПРОВОДІВ ПРИ ОПРІСНЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ

Шалигін О.В., асистент, Тіщенко В.М., канд. техн. наук, доцент, Кашкано М.А., студ. ОНАХТ
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведені потенціодинамічні дослідження електрохімічних властивостей сталі 3 в модельних розчинах хлориду натрію з масовим вмістом 3 %. Була визначена ступінь пошкодження поверхні сталі (кількість пітингів, виразок), а також швидкість корозії в перерахунках на густину струму корозії в А/м². Запропоновано проводити інгібіторний (на основі галоїдних алкіл-хінолінів) захист внутрішньої поверхні трубопроводу при транспортуванні морської води, призначеної для опріснення.

The potentiodynamic investigation of steel 3 electro-chemical properties were elaborated. The Steel 3 surface damage degree was determinate in a 3 % NaCl solution. Corrosion velocity of Steel 3 in a 3 % NaCl solution with 0,3 % inhibitor at 4...5 times less than it was in pure NaCl solution. The inhibitor addition into marine water was recommended.

Ключові слова: опріснення морської води, якість питної та технологічної води, корозія, електрохімічні властивості, швидкість корозії, густина струму корозії, трубопроводи, корозійне руйнування.

Проблема якості води має безпосереднє відношення до багатьох сторін життя людського суспільства протягом всієї історії його існування.

Сьогодні ця проблема є актуальною не лише для населення Африки та Східної Азії, але і для всього людства в цілому. Як повідомив генеральний секретар ООН Пан Ги Мун в доповіді, присвяченій Всесвітньому дню водних ресурсів (21 березня 2009), на планеті кожні 20 секунд від хвороби, пов'язаної з нестачею чистої води, вмирає одна дитина. Біля чверті населення Землі хворіє із-за споживання поганої питної води(дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я).

Але проблема не обмежена лише якістю питної води, за період розвитку харчової технології і інженерії перед людством постали питання щодо якості технологічної води, від якої, зрозуміло, залежить якість харчових продуктів.

Одним з ефективних способів доведення води до норм, які відповідають санітарним нормам питної і технологічної води, є опріснення морської води(зниження вмісту розчинних речовин в воді внаслідок проведення відповідних технологічних операцій).

Спробу опріснювати морську волю здійснюють вже декілька десятиків років, використовуючи різні способи та обладнання [1, 2]. Незалежно від способу та технологічної особливості опріснювання, операція транспортування морської води від водозабірника до опріснювальної системи пов'язана з корозією, іноді декількох кілометрів трубопроводу внаслідок контактування з агресивним середовищем. Тому з проблемою опріснення морської води тісно пов'язана проблема руйнування системи її транспортування.

Метою цієї науково-дослідної роботи є обґрунтування способу захисту трубопроводу від локальної корозії.

В якості завдань дослідження розглядали наступне:

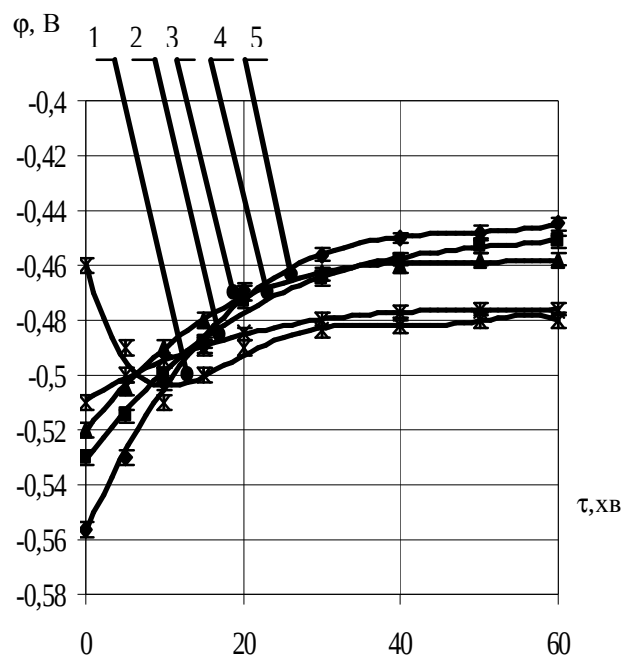
- визначення ступеня пошкодження матеріалу трубопроводу при контактуванні з середовищем, яке імітує морську воду;
- визначення електрохімічних показників фізико-хімічного процесу корозії матеріалу трубопроводу.
- обґрунтування способу захисту трубопроводу від корозії.
- визначення ступеня пошкодження і електрохімічних показників процесу корозії захищеного трубопроводу.

Об'єкти та способи досліджень

Дослідження проводили на зразках сталі 3 (одного з найпоширеніших матеріалів для виготовлення трубопроводу), які попередньо знежирювали ацетоном. В якості модельної морської води використовували 3 % розчин NaCl з різним рН середовища. рН води Чорного моря в залежності від періоду року коливається в інтервалі від 5,6 до 7,4 (наші дослідження). Для того, щоб не брати до уваги біологічну та хімічну зміну складу води в залежності від періоду року ми використовували саме 3 % розчин NaCl. рН води змінювали в інтервалі від 3,1 до 9,18 проводячи безпосередній електроліз розчину в двокомірковій системі з використанням агарового електролітичного ключа. Ступінь пошкодження оцінювали безпосереднім рахунком кількості пошкоджень (пітингів, виразок, плям) і вимірі їх розмірів. Геометричні параметри пошкоджень, в залежності від розмірів останніх, оцінювали з використанням лінійки та оптичного індикатора (точність вимірювання 0,1 мм). Електрохімічні параметри процесу корозії визначали на підставі потенціодинамічних досліджень з використанням потенціостату ПІ-50-1.1. Для імітації фізичної ситуації (фізична модель) ми здійснювали механічне навантаження зразків $\sigma/\sigma_{0,2}$ (імітація залишкових напружень в зварному шві трубопроводу) в інтервалі рівнів відносного напруження від 0 до 1, використовуючи розривну машину FM-500.

Результати досліджень та їх обговорення

Експериментальні результати оцінки впливу навантажень на характер зміни локальних електродних потенціалів в часі наведено на рис. 1. На графіку зображені хронограми потенціалів (відносно до насиченого хлорсрібного електроду $\phi_{\text{ХС}} = 0,222$ В) для зразків сталі 3, яка деформована до відповідних значень рівнів напруження (інші результати дивись в додатках). Навантаження здійснювали безпосередньо в електроліті і за нульовий час приймали час, коли лінійна розтягуюча сила давала внутрішні напруження, які відповідають заданим $\sigma/\sigma_{0,2}$.



1 – $s/s_{0,2} = 0$; 2 – $s/s_{0,2} = 0,25$; 3 – $s/s_{0,2} = 0,5$; 4 – $s/s_{0,2} = 0,75$; 5 – $s/s_{0,2} = 1$

Рис. 1 – Хронограми потенціалів сталі 3 в 3% розчині NaCl (pH 7.19)

На рис. 2 наведений графік залежності кількості осередків на поверхні зразка сталі 3 в 3 % розчині NaCl. Видно, що зростання рівня відносного напруження призводить до зростання кількості осередків на поверхні зразку площею 10 см^2 . Останній факт може бути пов'язаний зі зростанням кількості дислокацій, які вийшли на поверхню при зовнішньому навантаженні [3].

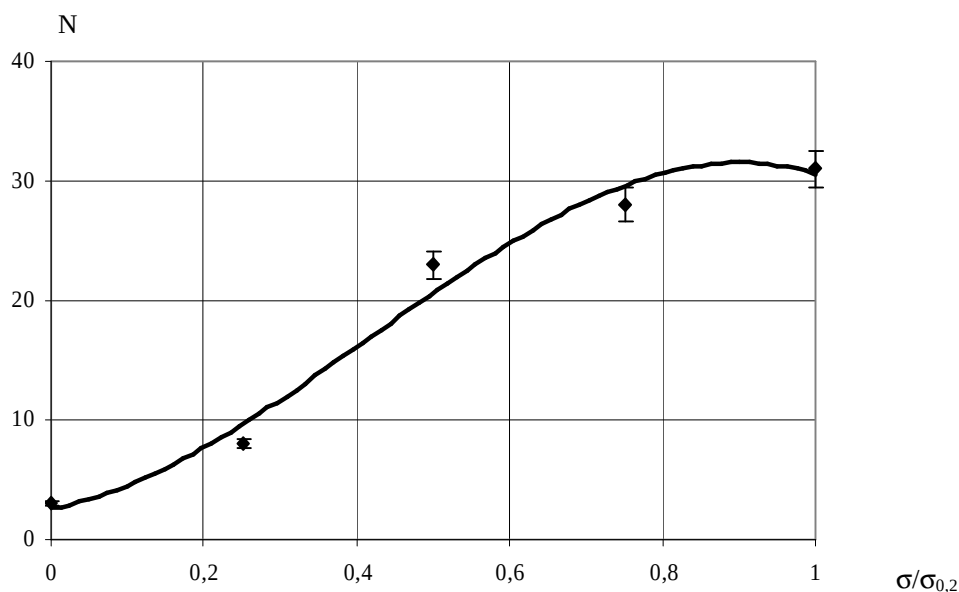


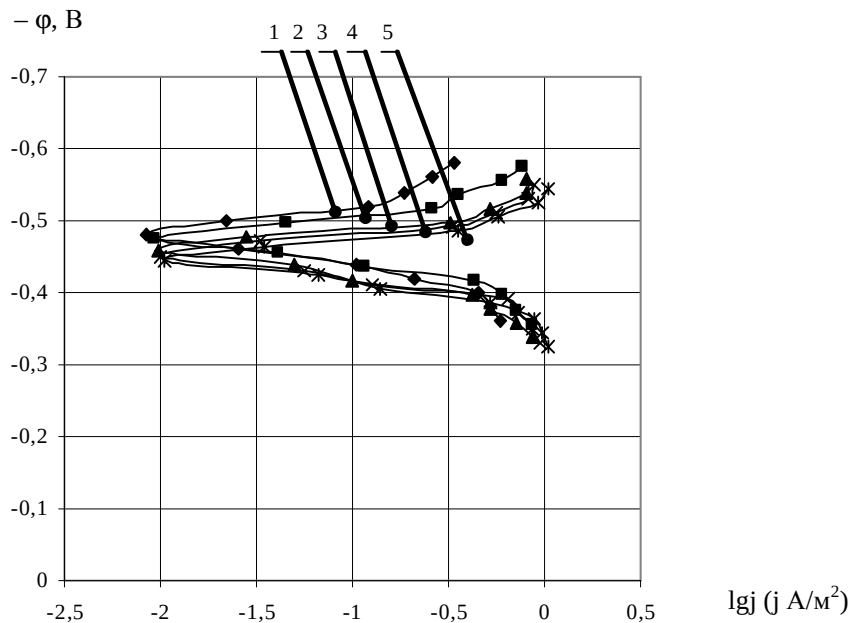
Рис. 2 – Залежність кількості осередків на поверхні зразка сталі 3 (площею 10 см^2) в 3 % розчині NaCl (pH = 7.19)

Підрахунок кількості осередків на поверхні труби зі сталі 3 після 72 г контактування з розчином аналогічної концентрації показав, що найбільша щільність осередків спостерігалася саме біля зварного шва труби. Оцінка кількості осередків біля шву в перерахуванні на 10 см^2 площі дає підстави припускати, що рівень відносного напруження в вузькій області належить до інтервалу від 0,3 до 0,6. Зрозуміло, що рівень напружень розсіюється при віддаленні від шва.

На рис. 3 наведені потенціодинамічні криві, зняті зі зразків сталі 3 у імітованій морській воді.

Видно, що зростання рівня відносного напруження призводить до зростання густини струму корозії поверхні зразка при одночасному зменшенні анодного коефіцієнта Тафеля кривої.

Значення густини струму корозії для зразка сталі 3 при рівні відносного напруження $\sigma/\sigma_{0,2} = 0,5$ дорівнює $0,17 \text{ А/м}^2$ (розраховано за рівнянням Вагнера-Трауда при значенні анодного коефіцієнта $a_a = 0,054 \text{ В}$, поляризаційного опору $R_p = 0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$, катодного коефіцієнта $a_k = 0,101 \text{ В}$). При зміні рН середовища до 9,18 значення густини струму зменшується приблизно в 1,5...1,7 рази.



1 — $s/s_{0,2} = 0$; 2 — $s/s_{0,2} = 0,25$; 3 — $s/s_{0,2} = 0,5$; 4 — $s/s_{0,2} = 0,75$; 5 — $s/s_{0,2} = 1$

Рис. 3 – Потенціодинамічні криві зі зразків сталі 3 в 3 % розчині NaCl (рН 7.19)

Відомо, що одним з ефективних способів боротьби з корозією є використання інгібіторів, які являються ефективними знижувачами корозійних процесів в умовах корозійної втоми та корозійного розтріскування [4]. Дослідження, захищені авторськими свідоцтвами [5,6] показали, що речовини на основі галоїдних алкіл-хінолінів, адсорбуються на поверхні сталей, активно гальмують корозію сталі. Крім того дані інгібітори значно знижують швидкість корозії консервної тари [7]. Таким чином галоїдні похідні алкіл-хінолінів можуть служити ефективним способом підвищення корозійно-механічної стійкості сталей. У зв'язку з цим в якості інгібіторів корозії нами були вибрані саме ці речовини.

Дослідження проводились на зразках із сталі 3 в розчині хлориду натрію з масовим вмістом солі 3% з добавкою інгібітору 0,3 г/л розчину. Як приклад був взятий інгібітор названого класу – N-амінохіноліній йодид.

Результати дослідження впливу інгібітору показали, що густина струму корозії при введенні в агресивне середовище N-амінохіноліній йодиду в кількості 0,3 г/л знижується приблизно в 4-5 разів. Результати досліджень автора [7] показали, що в якості подібних інгібіторів можуть бути використані також інші представники галоїдних алкіл-хінолінів.

На підставі одержаних даних можна рекомендувати додавання інгібіторів в морську воду на початку транспортування одночасно із збільшенням рН.

Таким чином проведені дослідження показують, що при використанні інгібіторів корозії трубопроводу в морській воді ресурс експлуатації системи опріснення значно збільшується.

Література

1. Євдокімова О.В. Обґрунтування режимних характеристик виморожуючих установок для опріснення та очищення природної та промислової вод. Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 2007. – 18 с.
2. Developman of nev materials for desalination. Axmad Z. "Anti-Corros Meth. and Mater.", 1986, 33, № 1, р. 4-13.
3. Петров Л.Н., Сопрунюк Н.Г. Коррозионно-механическое разрушение метал лови сплавов. – 1991, Киев: Наукова думка, 214 с.
4. Петров Л.Н. Коррозия под. напряжением. – Киев: Высшая школа, 1986, 142 с.
5. А.с. 444434 СССР Способ защиты стали от коррозионно-усталостного разрушения/ ФМИ АН УССР, Авт. изобрет.: Л.Н.Петров, Н.Н.Ткаченко, Ю.И.Бабей и др.

6. А.с. 444433 СССР Способ защиты стали от коррозионно-усталостного разрушения/ ФМИ АН УССР, Авт.изобрет.:Л.Н.Петров, Г.В.Карпенко, Н.Н.Ткаченко и др.
7. Тищенко В.Н. Некоторые вопросы физико-химии поверхности деформируемого металла в электролите. Дисс...канд.техн.наук.–Одесса,1982.–165 с.

УДК 664.8.022.6

ПРОЦЕС СОРТУВАННЯ ТОМАТІВ У ВОДІ ПІД ТИСКОМ

Нужин Є.В., канд. техн. наук доцент, Гладушняк О.К., д-р. техн. наук, професор,
Олісієнко Ю.В., инж.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуті умови сортування томатів у воді під тиском. Показано, що визначальним чинником, що впливає на занурення томатів, є вміст повітря в них. Експериментально доведена можливість сортування томатів, як за сортами, так і за ступенем зрілості.

The terms of sorting of tomatoes are considered in water force-feed. It is rotined, that a determinative which influences on immersion of tomatoes is maintenance of air in them. Possibility of sorting of tomatoes is experimentally well-proven, both on sorts and on the degree of maturity.

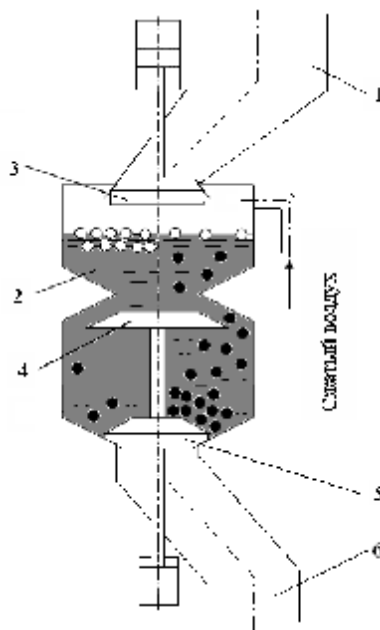
Ключові слова: томати, сортування, вода, тиск, повітря, густина.

Технологічний процес сортування томатів, бобів і ягід має велике значення для харчової і переробної промисловості, оскільки впливає на кінцеву якість харчового продукту.

Одним з методів сортування рослинної сировини є метод осадження під тиском, який використовується в консервному виробництві для бобових культур [1,2]. Цей гравітаційний сортувальник використовує принцип сортування за густиною.

Гравітаційний сортувальник застосовують, якщо одна фракція легша за воду, а інша – важча. Він складається з секцій заповнених водою. Сировина проходить послідовно всі секції, спочатку осідають важкі домішки (каміння, пісок) потім горошок розділяється на фракції, одна – (перезрілий горошок) спливає на поверхню і переливається через спеціальний отвір, інша – (зелений горошок) збирається в нижній частині другої секції ванни і рухається до вихідного отвору.

Зрозуміло, що розсортувати томати, легші за воду, гравітаційним методом неможливо, тому стосовно томатів він не використовується. Разом з тим, відома технічна пропозиція [1] – сортувати томати за ступенем зрілості у воді під тиском (див. схему на рис. 1). Якщо це так, то такий спосіб має безумовні переваги в порівнянні з – ручним і простіший порівняно з методом сортування томатів за кольором.

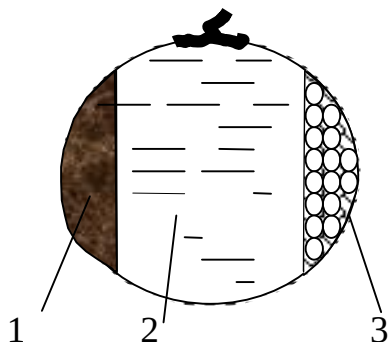


1 – бункер; 2 – герметична ємкість; 3, 4, 5 – затвори; 6 – канал виходу відсортованих томатів.

Рис. 1 – Схема апарату для сортування томатів у воді під тиском

Мета цієї роботи експериментально підтвердити можливість сортування томатів за ступенем зрілості у воді під тиском і виявити особливості процесу.

Теоретичні передумови процесу осадження томатів у воді під тиском наступні.



1 – тверда фаза; 2 – рідка фаза; 3 – газоподібна фаза.

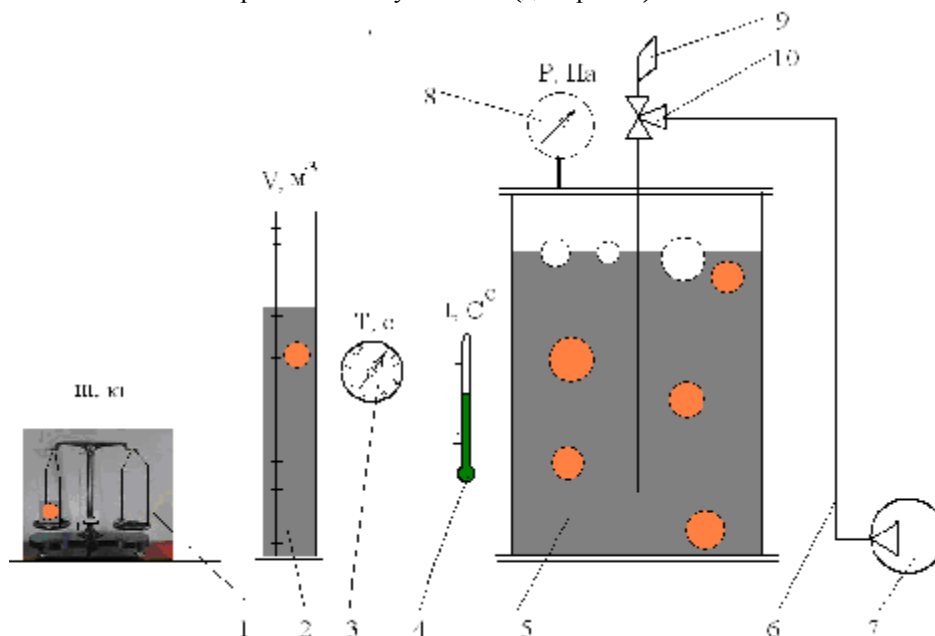
Рис. 2 – Умовна схема розташування фаз у томаті

Відомо, що томати у воді плавають на поверхні, тобто їх густина менша густини води. Якщо уявити, що плід томату, складається з трьох фаз – рідкої, твердої і газоподібної (див. рис. 2), то у воді під тиском об'єми твердої і рідкої фаз залишаються незмінними, змінюватися може тільки об'єм газоподібної фази. (Зрозуміло, що всі три фази розподілені в об'ємі томату рівномірно). Зменшення об'єму газоподібної фази призводить до скорочення об'єму всього томату і, отже, до зростання його густини. Як тільки густина томату ρ_t досягне і декілька перевищить густину води ρ_v , томат повинен зануритися. Таким чином,

$$\rho_t > \rho_v \quad (1)$$

є необхідною і достатньою умовою для сортування томатів у воді під тиском.

Залишається з'ясувати величину тиску, при якому досягається умова (1). Залежно від ступеня зрілості томатів відношення об'єму газоподібної фази до об'ємів твердої і рідкої фаз змінюється. Першими повинні занурюватися томати, у яких об'єм газоподібної фази більший. Що стосується різних сортів томатів, то ймовірно чекати відмінності в об'ємах газоподібної фази. Для з'ясування всіх обставин нами була спроектована і виготовлена експериментальна установка (див. рис. 3).



1 – ваги; 2 – циліндр мірний; 3 – секундомір; 4 – термометр; 5 – ємність герметична прозора; 6 – система трубопроводів; 7 – компресор; 8 – манометр; 9 – воздушник; 10 – кран триходовий.

Рис. 3 – Схема експериментальної установки

Досліди проводили з трьома сортами томатів – «Жовта груша», «Київ» і «Мікадо». Для дослідів було обрано по 7 зразків томатів різних сортів, різної величини і різного ступеня стиглості, кожен томат мав свою марку, був зважений і було заміряно його об'єм.

Досліди проводили в наступній послідовності.

Після заповнення робочої ємності водою, вимірювали її температуру, поміщали томати у воду, герметизували ємність і включали компресор. Збільшуючи тиск повітря після компресора до 400 кПа, фіксували той тиск, при якому окремі томати починали занурюватися у воду і заміряли час занурення.

Результати експерименту представлені у вигляді графіків зміни густини томатів залежно від тиску (див. рис. 4). У міру зростання тиску, збільшується густина томатів, а досягши умови $\rho_t = \rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ томати занурюються у воду, причому при низькому тиску (50...100 кПа) занурюються томати сорту «Жовта груша», при середньому – (150...200 кПа) томати сорту «Київ», а при високому – (230...300 кПа) – томати сорту «Мікадо».

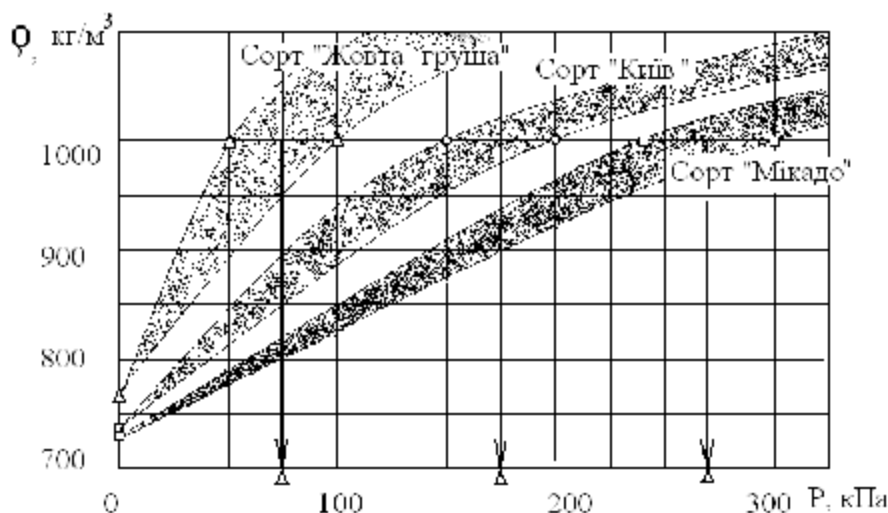


Рис. 4 – Зміна густини томатів залежно від тиску

Таким чином, експериментально доведена можливість сортування томатів за сортами.

Щоб сортувати томати за ступенем зрілості необхідно досягти наступних значень тиску: для сорту «Жовта груша» – 75 кПа, для сорту «Київ» – 175 кПа, а для сорту «Мікадо» – 270 кПа (див. рис. 4).

При скиданні тиску томати спливають, при цьому спостерігається виділення бульбашок з поверхні плодів.

Швидкість осадження всіх томатів незалежно від сорту, форми, розмірів склала 0,06 м/с, а швидкість спливання – 0,026 м/с. Ці результати вимагають подальшої перевірки і уточнення, як і той факт, що при скиданні тиску шкірка томатів лопається по меридіанах і закручується в пелюстки.

Висновки

1. Експериментально доведена можливість сортування томатів у воді під тиском, як за сортами, так і за ступенем зрілості.
2. Для вивчення умов розриву шкірки томатів при скиданні тиску, потрібні подальшої дослідів.

Література

1. Рвачов В. В., Гуртовой М. В. Технологічне обладнання харчових виробництв (Механічне обладнання): навч. пос. для студ. мех. фахів. – Одеса: Астропринт, 2005. – 352 с.
2. Технологическое оборудование консервных заводов / М.С. Аминов, М.Я. Дикис, А.Н. Мальский, А.К. Гладушняк. – М.: Агропромиздат, 1986. – 319 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

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

У рамках розробки концептуальної моделі процесу екструдуювання рослинної сировини як об'єкта ефективного управління сформовано її структурну схему, виявлено принципово важливі властивості каналів перетворення управляючих впливів, обмеження на технологічні змінні, сформульовано принципи розвитку моделі, найважливіші завдання управління об'єктом.

In the context of developing of conceptual model of process of vegetative raw material extrusion as object of efficient control its structure chart is formed. fundamentally important properties of channels of transformation of managing impact and restrictions on technological variables are discovered. Principles of development of model and the major tasks of management by object are formulated.

Ключові слова: екструдуювання, рослинна сировина, ефективність, управління, концепція, модель.

1. Постановка завдання. Технологічний процес (ТП) екструдуювання рослинної сировини (ЕРС) широко розповсюджений як ефективний метод збереження корисних складових вихідного продукту та поліпшення живильних характеристик кінцевого продукту. При ЕРС температура досягає 120...200 °С, а тиск – 3...5 МПа. За рахунок цього відбуваються глибокі зміни в біохімічному складі живильних речовин сировини – крохмаль частково розщеплюється до декстринів і цукрів, протеїни піддаються денатурації, що приводить до підвищення їх живильної та кормової цінності. Крім того, після екструдуювання істотно поліпшуються механічні та смакові якості харчових продуктів і кормів, проходить інактивація інгібіторів ферментів, нейтралізація деяких токсинів і знищення їхніх продуцентів. Перераховане обумовлює розширення застосування екструзійних технологій для виробництва продуктів харчування та годування, що підтримується, у тому числі, і широкими науковими дослідженнями [1, 2].

Існуючі штатні системи автоматичного управління (САУ) процесом ЕРС, реалізують, як правило, тільки функцію регулювання (стабілізації) струму навантаження приводного електродвигуна (ПЕД) екструдера. Практика показує, що вони не можуть забезпечити стійке функціонування екструдера в енергетично ефективних режимах і, одночасно, високі показники якості готового продукту. Головні причини цього – характеристики компонентів сировини, що динамічно змінюються, їхній склад у рецептурі вироблених продуктів, зношування робочих органів, коливання напруги живильної мережі, наявність обмежень, що накладаються регламентом ведення процесу ЕРС на діапазони зміни його параметрів. Це обумовлює актуальність завдання вдосконалення САУ ЕРС. В основу такого вдосконалення повинно бути покладено сучасні досягнення з теорії автоматичного управління, інформаційних технологій і програмно-технічного забезпечення систем автоматизації. Їхнє застосування повинно дозволити підвищити якість реалізації «старої» функції – функції регулювання та реалізувати нові – функцію виміру в реальному часі деяких параметрів готового продукту на виході з екструзійної голівки, функцію гарантування та функцію оптимізації режиму ЕРС.

Підвищення якості реалізації функції регулювання повинне йти в напрямку істотного підвищення динамічної точності стабілізації струму навантаження ПЕД і запасу стійкості його контуру регулювання. Це дозволить вести ЕРС у режимі, близькому до режиму максимально припустимого навантаження на ПЕД і, отже, продуктивності, коли питомі енерговитрати (за інших рівних умов) мінімальні. Вимір у реальному часі на виході з екструзійної голівки таких параметрів готового продукту як його діаметр, колір, неоднорідність поверхні, дасть, нехай і непряму, але об'єктивну та оперативну інформацію про його якість [3]. Це може дозволити на основі цієї інформації так цілеспрямовано використовувати ресурси управління ЕРС, щоб продукт максимально відповідав необхідній якості. Функція гарантування [4] повинна забезпечити:

а) оцінювання поточних значень імовірностей порушень встановлених регламентом обмежень (у реальному часі та на його ковзних інтервалах), включаючи і перераховані вище параметри, що характеризують якість;

б) корекцію поточних режимів ЕРС, при якій значення цих імовірностей не перевищували б їхніх заданих гранично припустимих, наперед заданих, значень. Це дозволить гарантувати дотримання вимог до якості продукції та безаварійну відмовостійку роботу преса екструдера, у тому числі, і це головне – в околиці гранично припустимих навантажень ПЕД. Саме це створить необхідні умови для мінімізації пи-

томих енерговитрат на ТП. Функція оптимізації поточного режиму ЕРС повинна дозволити цілеспрямовано перерозподіляти ресурси управління процесом для досягнення максимального економічного ефекту при безумовному виконанні всіх технологічних і експлуатаційних вимог.

Варто підкреслити, що дія всіх перерахованих функцій, які повинні реалізувати САУ процесом ЕРС, істотно взаємозалежна. При цьому ефективність функціонування кожної з них багато в чому впливає на ефективність інших і навпаки. Тому розробка ефективної САУ процесом ЕРС являє собою цілісне та досить наукомістке завдання. Вихідним етапом такої розробки повинна стати побудова найбільш загальної (концептуальної) моделі преса екструдера як об'єкта управління (ОУ). Така модель, по-суті, буде першим етапом конкретизації та формалізації тих нових завдань управління ЕРС, які було сформульовано вище. Вона складе основу для розробки САУ із цільовим набором функцій, які дозволять вирішувати сформульовані завдання управління та досягти головної мети розробки такої САУ – підвищення енергетичної ефективності ТП ЕРС.

2. Структурна схема концептуальної моделі ОУ. Проведений вище короткий аналіз особливостей процесу ЕРС, визначив склад системоутворюючих функцій, див. [4], перспективної САУ цього процесу. Аналіз змін найбільш важливих властивостей преса екструдера при змінах властивостей рослинної сировини, які істотно впливають на показники якості готового продукту, енергетичну ефективність і стійкість технологічного процесу, було проведено у [5]. Доповнивши їх аналізом впливів, які доступні для цілеспрямованої зміни, тобто виявивши склад потенційних управляючих впливів, за рахунок зміни яких можна впливати цілеспрямовано на хід процесу ЕРС, реалізуючи необхідні функції управління, можна представити концептуальну модель процесу ЕРС у вигляді структурної схеми, див. рис. 1. Стрілки, якими на схемі позначено змінні, вказують на напрямок їхньої взаємодії – «від причини до наслідку», а прямокутники відображають наявність неединичних операторів перетворення цих змінних.

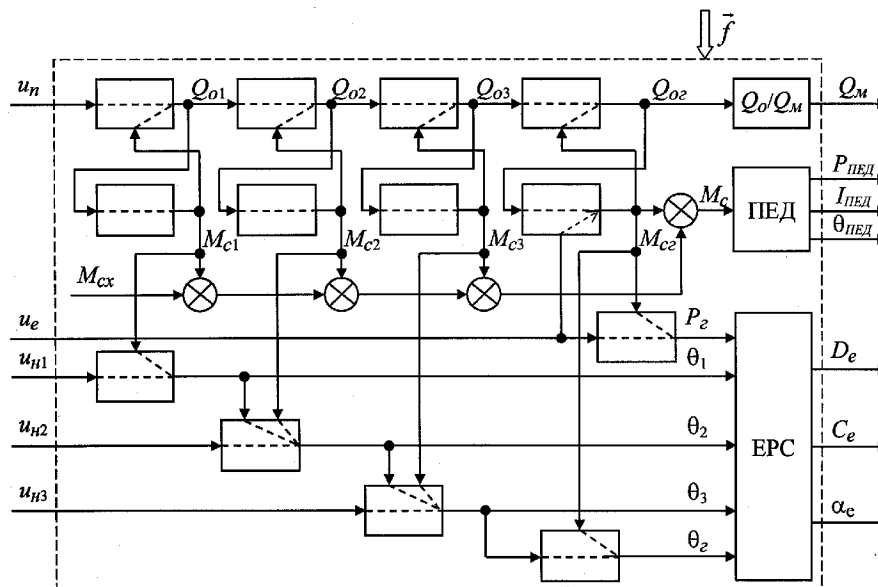


Рис. 1 – Структурна схема концептуальної моделі процесу екструдкування рослинної сировини як ОУ

На структурній схемі виділено наступні групи змінних:

— змінні, що є непрямыми показниками якості продукту, що екструдується, та доступні для виміру у реальному часі (наприклад, з використанням інтелектуального каналу відеоінформації [3]): D_e , C_e , α_e – відповідно діаметр, кольоровість та ступінь неоднорідності поверхні продукту на виході з екструзійної головки;

— змінні, що характеризують тепловий режим обробки рослинної сировини: θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_r – температури внутрішнього циліндру преса-екструдера за трьома зонами та його екструзійної головки;

— змінні, що характеризують продуктивність екструдера: об'ємна у різних зонах: Q_{o1} , Q_{o2} , Q_{o3} , об'ємна та масова після екструзійної головки Q_{oe} та Q_M (змінні $Q_{o1} \dots Q_{oe}$ недоступні для прямого виміру);

— змінні, що характеризують сили (моменти) опору, що виникають при екструдванні на валу ПЕД: M_{c1} , M_{c2} , M_{c3} , M_{c2} опору за зонами шнека, що пресує та в голівці (всі ці змінні недоступні для прямого виміру); M_{cx} – момент опору на холостому ході екструдера; P_2 – тиск продукту, що екструдується в голівці; $P_{ПЕД}$, $I_{ПЕД}$ – електрична потужність та струм навантаження, які споживає ПЕД шнека; $\theta_{ПЕД}$ – темпера-

тура обмоток ПЕД;

— збурюючі впливи (у загальному випадку – невимірювані, тобто інформація про які недоступна для виміру, або її з інших причин неможливо використовувати в алгоритмі управління): $\dot{f}$ – вектор, що відображає вплив зміни біохімічних і фізичних характеристик сировини, що екструдуються, характеристик робочих органів, мережі електроживлення та інших факторів, на зазначені вище змінні та на властивості операторів, які відображають їхні взаємодії;

— управляючі впливи, тобто змінні, доступні для цілеспрямованої зміни ходи процесу ЕРС, у частковості для компенсації наслідків збурюючих впливів: u_n – сигнал на зміну живильником подачі сировини із накопичувального бункера до шнеку екструдера (наприклад, управляюча напруга, що підводиться до перетворювача потужності, через який живиться віброживильник екструдера); u_e – сигнал на виконавчий механізм зміни робочого перетину каналу руху матеріалу в екструзійній голівці; u_{n1}, u_{n2}, u_{n3} – сигнали (управляючі напруги), що підводяться до перетворювачів потужності, через які живляться обігрівачі (ТЕНи) зон шнека екструдера.

Важливо відзначити наступне. Наявність у моделі недоступних для виміру змінних $\dot{f}, Q_{o1} \dots Q_{oe}, M_{c1}, M_{c2}, M_{c3}, M_{ce}$ відображає істотну невизначеність її властивостей щодо об'єкта-оригіналу. Цю невизначеність необхідно прагнути відобразити в математичній моделі об'єкту управління й, оскільки вона є найважливішим чинником, що значною мірою обмежує потенційні можливості САУ з ефективного ведення процесу ЕРС, враховувати її на етапі розробки цієї САУ.

3. Аналіз і формалізований опис взаємозв'язків змінних. Структурна схема не вичерпує зміст концептуальної моделі, його необхідно доповнити описом впливу вхідних впливів на виділені в структурній схемі внутрішні та вихідні змінні ОУ. Характер цього впливу, тобто характер взаємозв'язків вхідних і вихідних змінних каналів, буде визначатися фізичною сутністю їхніх властивостей. Зробимо це послідовно, розглядаючи зміни змінних, які спочатку викликаються змінами управляючих впливів, враховуючи при цьому вплив збурень.

Канали перетворення управляючого впливу u_n . Зміна u_n призводить до зміни подачі живильником сировини, що екструдуються із накопичувального бункера до шнеку екструдера. Величина цієї подачі може бути визначена як об'ємна продуктивність Q_{o1} живильника. Продуктивність Q_{o1} пов'язана з масовою продуктивністю через об'ємну масу (натуру) сипучої сировини Q_m . Слід підкреслити, що масові продуктивності преса-екструдера в сталому режимі в усіх перетинах шнека та екструзійної головки однакові та визначаються продуктивністю живильника. Об'ємна продуктивність преса-екструдера, навпаки, самим істотним образом змінюється по мірі просування матеріалу (сировини), що екструдуються по довжині шнека. Найбільші зміни об'ємної продуктивності відбуваються після проходження матеріалом спеціальних звужень, наприклад, виконаних у вигляді підпірних шайб або кілець, і екструзійної голівки. При цьому величина цих змін буде залежати (істотно нелінійно) від сил тиску на матеріал, які проявляються на валу шнека у формі моментів опору $M_{c1} \dots M_{ce}$.

Значення об'ємних продуктивностей на виході зазначених елементів позначені $Q_{o1} \dots Q_{o3}, Q_{oe}$. Формально залежність цих змінних від u_n можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned} Q_{o1}(t) &= Q_{o1} \left(k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, \dot{f}), u_i, k_{M_{c1}-Q_{o1}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), M_{c1}, t \right); \\ Q_{o2}(t) &= Q_{o2} \left(k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, \dot{f}), Q_{o1}, k_{M_{c2}-Q_{o2}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), M_{c2}, t \right) = \\ &= Q_{o2} \left(k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, \dot{f}), k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, \dot{f}), u_i, k_{M_{c2}-Q_{o2}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), M_{c2}, t \right); \\ Q_{o3}(t) &= Q_{o3} \left(k_{Q_{o2}-Q_{o3}}(\Delta S_3, \dot{f}), Q_{o2}, k_{M_{c3}-Q_{o3}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), M_{c3}, t \right) = \\ &= Q_{o3} \left(k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, \dot{f}), k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, \dot{f}), k_{Q_{o2}-Q_{o3}}(\Delta S_3, \dot{f}), u_i, k_{M_{c3}-Q_{o3}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), M_{c3}, t \right); \\ Q_{oa}(t) &= Q_{oa} \left(k_{Q_{o3}-Q_{oa}}(\Delta S_a, \dot{f}), Q_{i3}, k_{M_{ca}-Q_{oa}}(\dot{d}_a, \dot{f}), M_{ca}, t \right) = \\ &= Q_{oa} \left(k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, \dot{f}), k_{Q_{i1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, \dot{f}), k_{Q_{i2}-Q_{o3}}(\Delta S_3, \dot{f}), k_{Q_{o3}-Q_{oa}}(\Delta S_a, \dot{f}), u_i, k_{M_{ca}-Q_{oa}}(\dot{d}_a, \dot{f}), M_{ca}, t \right), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\Delta S_1 \dots \Delta S_r$ – зміни площ прохідних перетинів матеріалу, що екструдуються у зазорах підпірних шайб та екструзійної голівки;

$k_{u_i-Q_{o1}}, k_{Q_{oi}-Q_{o(i+1)}}(Q_i, \dot{f}), \dots, k_{Q_{o3}-Q_{oa}}(Q_i, \dot{f})$ – коефіцієнти перетворення об'єму матеріалу, що екструдуються у зонах пресування та екструзії;

$k_{M_{ci}-Q_{oi}}(\dot{d}_\theta, \dot{f}), k_{M_{ca}-Q_{oa}}(\dot{d}_a, \dot{f})$ – коефіцієнти впливу моментів опору продукту у зонах пресування та екструзії на його об'єм;

$\dot{d}_\theta$, $\dot{d}_{\tilde{a}}$ – конструктивні параметри шнеку та екструзійної голівки.

Важливо відзначити, що введені до виразів (1) коефіцієнти перетворення обсягу відображають здатність матеріалів змінювати свій обсяг при впливі на них сил стиску. Вони є нелінійними функціями невідомо великої кількості аргументів. До числа цих аргументів входять швидкість обертання шнека, характеристики матеріалу, ступінь зношування робочих органів преса-екструдера, які в загальному виді відображаються вектором $\dot{f}$.

Зміна обсягів матеріалу, що екструдується при проходженні підпірних шайб, його просування уздовж осі шнекового преса та протискування через робочий отвір екструзійної голівки викликає моменти опору $M_{c1} \dots M_{cz}$ на валу преса та його ПЕД. Загальний момент опору на валу шнека екструдера преса представляє собою суму всіх моментів опору. Формально він може бути представлений у виді:

$$M_c(t) = M_{cx}(\dot{f}) + \sum_{i=1}^3 M_{ci}(t) + M_{c\tilde{a}}(t);$$

$$M_{ci}(t) = M_{ci}(k_{Q_{oi}-M_{ci}}(\dot{d}_\theta, Q_i, \dot{f}), Q_{oi}, t); \quad (2)$$

$$M_{c\tilde{a}}(t) = M_{c\tilde{a}}(k_{Q_{o\tilde{a}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, Q_i, \dot{f}), Q_{o\tilde{a}}, k_{u_{\tilde{y}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, Q_i, \dot{f}), u_{\tilde{y}}, t),$$

де $k_{Q_{oi}-M_{ci}}(\dot{d}_\theta, \dot{f})$, $i = 1, 3$, $k_{Q_{o\tilde{a}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, \dot{f})$, $k_{u_{\tilde{y}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, \dot{f})$ – коефіцієнти перетворення моментів опору на валу шнека в зонах пресування та екструзії.

Коефіцієнти перетворення моментів відображають здатність матеріалу чинити опір його переміщенню шнеком та деформаціям, що призводять, у тому числі, до змін Q_{oi} . В остаточному підсумку ці сили опору зводяться до сил тертя матеріалу об поверхні робочих органів і внутрішнього тертя шарів матеріалу. Коефіцієнти $k_{Q_{oi}-M_{ci}}$ і $k_{Q_{o\tilde{a}}-M_{c\tilde{a}}}$ є нелінійними функціями конструктивних параметрів шнека та голівки, а також невідомо великої кількості аргументів, що входять до $\dot{f}$.

З урахуванням виразів (1) змінні $M_{ci}(t)$ та $M_{c\tilde{a}}(t)$ можуть бути описані через управляючий вплив u_i :

$$\begin{aligned} M_{c1}(t) &= M_{c1}(k_{Q_{o1}-M_{c1}}(\dot{d}_\theta, Q_1, \dot{f}), k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, Q_1, \dot{f}), k_{M_{c1}-Q_{o1}}(\dot{d}_\theta, Q_1, \dot{f}), M_{c1}, u_i, t); \\ M_{c2}(t) &= M_{c2}(k_{Q_{o2}-M_{c2}}(\dot{d}_\theta, Q_2, \dot{f}), k_{u_i-Q_{o2}}(\Delta S_2, Q_2, \dot{f}), k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, Q_1, \dot{f}), k_{M_{c2}-Q_{o2}}(\dot{d}_\theta, Q_2, \dot{f}), M_{c2}, u_i, t); \\ M_{c3}(t) &= M_{c3}(k_{Q_{o3}-M_{c3}}(\dot{d}_\theta, Q_3, \dot{f}), k_{u_i-Q_{o3}}(\Delta S_3, Q_3, \dot{f}), k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, Q_1, \dot{f}), \dots \\ &\dots k_{Q_{o2}-Q_{o3}}(\Delta S_3, Q_2, \dot{f}), k_{M_{c3}-Q_{o3}}(\dot{d}_\theta, Q_3, \dot{f}), M_{c3}, u_i, t); \\ M_{c\tilde{a}}(t) &= M_{c\tilde{a}}(k_{Q_{o\tilde{a}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, Q_i, \dot{f}), k_{u_i-Q_{o1}}(\Delta S_1, Q_1, \dot{f}), k_{Q_{o1}-Q_{o2}}(\Delta S_2, Q_2, \dot{f}), \dots \\ &\dots k_{Q_{o2}-Q_{o3}}(\Delta S_3, Q_3, \dot{f}), k_{M_{c\tilde{a}}-Q_{o\tilde{a}}}(\Delta S_{\tilde{a}}, Q_i, \dot{f}), k_{u_{\tilde{y}}-M_{c\tilde{a}}}(\dot{d}_{\tilde{a}}, Q_i, \dot{f}), M_{c\tilde{a}}, u_i, u_{\tilde{y}}, t). \end{aligned} \quad (3)$$

Відзначимо, що M_{ci} та $M_{c\tilde{a}}$ входять до складу аргументів відповідних функцій. Це відображає наявність в структурі моделі зворотних зв'язків.

Електрична потужність та струм навантаження, які споживає ПЕД шнека із мережі, визначаються характеристиками самого ПЕД, схемою його включення, сумарним моментом опору на його валу та характеристиками живильної мережі: напругою $U_{\text{мережі}}$ та частотою $\omega_{\text{мережі}}$. Дві останніх змінних належать і компонентам $\dot{f}$. Формально ці взаємозв'язки можна представити у виді:

$$\begin{aligned} P_{\text{ПЕД}}(t) &= P_{\text{ПЕД}}(k_{M_c-P}(M_c, \dot{d}_{\text{ПЕД}}), M_c, U_{\text{мережі}}, \omega_{\text{мережі}}, t); \\ I_{\text{ПЕД}}(t) &= I_{\text{ПЕД}}(k_{M_c-I}(M_c, \dot{d}_{\text{ПЕД}}), M_c, U_{\text{мережі}}, \omega_{\text{мережі}}, t), \end{aligned} \quad (4)$$

де $k_{M_c-P}(M_c, \dot{d}_{\text{ПЕД}})$ – коефіцієнти перетворення M_c в споживані потужність або струм ПЕД;

$\dot{d}_{\text{ПЕД}}$ – вектор параметрів, що відображає конструктивні особливості ПЕД у формі його робочих характеристик.

Проаналізуємо роботу ПЕД преса-екструдера для різних моментів M_c , [6]. У тому випадку, якщо сумарний момент опору на валу ПЕД менший моменту перекидання його ротора $M_{\text{ПЕД}}^{\text{ед}}$, тобто $M_c(t) < M_{\text{ПЕД}}^{\text{ед}}$, то ПЕД працює у сталому режимі з частотою обертання на величину ковзання менше, чим синхронна частота його живильної мережі. При $M_c(t) < M_{\text{ПЕД}}^{\text{ед}}$ значення поточного моменту обертання ПЕД

завжди дорівнює значенню поточного моменту опору $M_c(t)$. Підтримка такої рівності здійснюється ПЕД за рахунок зміни ним величини ковзання ротора, і, як наслідок – споживання електричної потужності $P_{\text{ПЕД}}$ із живильної мережі при струмі $I_{\text{ПЕД}}$. При номінальних значеннях напруги та частоти мережі ($U_{\text{мережі}} = U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$, $\omega_{\text{мережі}} = \omega_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$), та номінальному значенні моменту опору $M_c(t) = M_c^{iii}$, значення споживаних ПЕД потужності та струму також дорівнюють номінальним: $P_{\text{ПЕД}}(U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}, M_c^{iii}) = P_{i\dot{a}\dot{a}}^{iii}$, $I_{\text{ПЕД}}(U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}, M_c^{iii}) = I_{i\dot{a}\dot{a}}^{iii}$.

У тому випадку, коли $M_c(t)$ перевищить $M_{i\dot{a}\dot{a}}^{ie\delta}$, тобто при $M_c(t) > M_{i\dot{a}\dot{a}}^{ie\delta}$, то ПЕД переходить до нестійкого режиму – режиму перекидання ротора. У цьому режимі ковзання ротора двигуна буде швидко та невідворотно зростати, одночасно буде зростати споживана із мережі $P_{\text{ПЕД}} \gg P_{i\dot{a}\dot{a}}^{iii}$ та струм його навантаження $I_{\text{ПЕД}} \gg I_{i\dot{a}\dot{a}}^{iii}$ впритул до струму короткого замикання $I_{i\dot{a}\dot{a}}^{e\zeta} \approx (6 \dots 8) I_{i\dot{a}\dot{a}}^{iii}$. Запобігаючи перегрів обмоток двигуна цим великим струмом підводячих кабельних трас та обмоток живильного трансформатора, тобто переростання аварійної ситуації в аварію, струмовий захист двигуна екстрено відключає його від мережі [7].

Перекидання ротора ПЕД може відбуватися тільки у випадку, коли $M_c(t)$ наростає дуже швидко, наприклад, коли значення хоча б одного з коефіцієнтів $k_{u_i-Q_{o1}}, k_{Q_{oi}-Q_{o(i+1)}}(Q_i, f), \dots, k_{Q_{o3}-Q_{oa}}(Q_i, f)$ виходить на своє обмеження. Це означає, що в одній із зон преса або в екструдуючій голівці виходить на обмеження масова продуктивність. При цьому, якщо ріст подачі, тобто ріст Q_m буде тривати, то в цій зоні преса відбувається нагромадження продукту та заклинювання ним шнека. Позначимо виникнення такої аварійної ситуації як подію $S(I_{\text{ПЕД}} > I_{i\dot{a}\dot{a}}^{\delta\delta+}) \equiv S_I^+$.

Змінну « $I_{\text{ПЕД}}$ » (альтернативи M, P) в позначенні аварійної ситуації використано з міркувань зручності розрахунку імовірності виникнення цієї S в реальному часі. Саме $I_{\text{ПЕД}}$ є найбільш легко вимірюваною та достатньо інформативною змінною для управління процесом. Останнє обумовлено тим, що величина $I_{\text{ПЕД}}$ визначає кількість теплоти, яка виділяється в обмотках ПЕД, і, в кінцевому підсумку – їхню температуру. Верхній індекс у змінній тут та далі буде позначати особливості встановленої межі, порушення якої призводить до « S ». У даному випадку індекс « gr^+ » означає, що порушується «верхня» межа $I_{\text{ПЕД}}$, тобто $I_{\text{ПЕД}} > I_{i\dot{a}\dot{a}}^{\delta\delta+}$.

Аварійне відключення ПЕД від мережі може відбутися і при відсутності S_I^+ . У тих випадках, коли ПЕД працює з відносно невеликим перевантаженням по $I_{\text{ПЕД}}$ (звичайно більше 10 %), зокрема з періодичним перевантаженням, то обмотки двигуна поступово перегріваються (їхня температура $\theta_{\text{ПЕД}}$) вище припустимої температури $\theta_{i\dot{a}\dot{a}}^{\delta\delta+}$. У такій аварійній ситуації (позначимо її $S(\theta_{\text{ПЕД}} > \theta_{i\dot{a}\dot{a}}^{\delta\delta+}) \equiv S_\theta^+$) захист двигуна забезпечує тепловий захист, відключаючи ПЕД від мережі [7, 8]. Перевантаження двигуна такого типу може виникнути за наступними причинами:

- $M_c > M_c^{iii}$ при $U_{\text{мережі}} = U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$, $\omega_{\text{мережі}} = \omega_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$;
- $U_{\text{мережі}} < U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$ при $M_c = M_c^{iii}$, $\omega_{\text{мережі}} = \omega_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$;
- $\omega_{\text{мережі}} < \omega_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$ при $M_c = M_c^{iii}$, $U_{\text{мережі}} = U_{i\dot{a}\delta\dot{a}e^3}^{iii}$.

Очевидно, що можливе одночасне сполучення декількох причин.

Слід відзначити, що безпосередній вимір $\theta_{\text{ПЕД}}$ та реалізацію на основі отриманої інформації теплового захисту ПЕД здійснюють рідко. Тим більше, що це завдання непросте не тільки технічно, але і методично, так як обмотка ПЕД як об'єкт виміру температури є об'єктом з розподіленими параметрами. Типовим технічним рішенням реалізації теплового захисту двигунів широкого промислового застосування є застосування теплових реле [7, 8]. Чутливий елемент теплових реле, по суті, є фізичною моделлю із зосередженими параметрами теплових характеристик ПЕД за каналом « $I_{\text{ПЕД}} - \theta_{\text{ПЕД}}$ ». Іноді, наприклад, при застосуванні частотного приводу або в ситуаціях, коли вирішується завдання досягнення максимальної енергетичної ефективності ПЕД, зазначену фізичну модель доповнюють (або заміняють) моделлю математичною [9]. У другому випадку на основі цієї моделі вдається оцінювати у реальному часі імовірність спрацьовування теплового захисту, прогнозувати момент часу її спрацьовування та з урахуванням цього цілеспрямовано управляти процесом.

Робота сил (моментів), що необхідна для переміщення матеріалу, обробки його тиском та екструдвання перетворюється, в кінцевому підсумку, у тепло. За рахунок притока цього тепла відбувається нагрів

матеріалу, в частковості води, яка входить до його складу, всіх конструктивних елементів преса екструдера та навколишнього середовища. Енергія для здійснення цієї роботи береться із електричної мережі та перетворюється у механічну ПЕД. Такий енергетичний баланс відображається рівністю:

$$\int_{t_1}^{t_2} M_c(t) \omega_{\theta}(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} P_{IEA}(t) \cos(t) \eta(t) dt, \quad (5)$$

де $\omega_{\theta}(t)$, $\cos\varphi(t)$, $\eta(t)$ – відповідно частота обертання шнека, коефіцієнти потужності та корисної дії ПЕД у момент часу $t \in [t_1, t_2]$.

Відзначимо, що вираз (5) коректний для такого інтервалу часу $t_2 - t_1$, на якому устигають затухнути всі перехідні складові у електромеханічній системі преса-екструдера.

Коефіцієнти потужності та корисної дії для кожного конкретного ПЕД є нелінійними функціями трьох аргументів:

$$\begin{aligned} \cos\varphi(t) &= \cos\varphi(M_c / M_c^{iii}, U_{мережі} / U_{i\ddot{a}\ddot{o}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{e}^3}^{iii}, \omega_{мережі} / \omega_{i\ddot{a}\ddot{o}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{e}^3}^{iii}); \\ \eta(t) &= \eta(M_c / M_c^{iii}, U_{мережі} / U_{i\ddot{a}\ddot{o}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{e}^3}^{iii}, \omega_{мережі} / \omega_{i\ddot{a}\ddot{o}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{e}^3}^{iii}). \end{aligned} \quad (6)$$

Завданням управління, що реалізується за рахунок змін u_n повинне стати завдання регулювання (стабілізації) $I_{ПЕД}$ в околиці I_{IEA}^{iii} при дотриманні обмежень на інші змінні процесу, у тому числі ті, які будуть розглянуті нижче.

Канали перетворення управляючих впливів u_{ni} . Зміна u_{ni} призводить до зміни температурного поля θ_i , $i=1, n$, та θ_r уздовж осі шнека, що пресує та головки екструдера. Важливо відзначити наступні особливості ресурсів управління за цими каналами. По-перше, вони істотно обмежені. Величина обмеження визначається потужністю встановлених ТЕНів, а вона, як правило, не перевищує 10...15 % від встановленої потужності ПЕД (P_{IEA}^{iii}). По-друге, ці ресурси можуть працювати тільки у режимі підведення тепла до матеріалу. Відвід тепла, що, наприклад, забезпечується у пресах-екструдерах, які використовуються у виробництві продукції на основі пластмас [10], конструкцією преса-екструдера не передбачений. Обидва цих фактори істотно обмежують можливості цих управляючих впливів.

Разом з тим, безпосереднє електропідігрівання зон пресування і, як наслідок, екструзійної голівки, дозволить:

- а) швидше здійснити управляєме виведення преса-екструдера із режиму холостого ходу на робоче навантаження;
- б) розширити припустиму область характеристик сировини, яка подається на екструдювання і, отже, область, у якій можна оптимізувати процес.

Прикладом таких характеристик може бути вологість (ступінь зволоження) сировини. Оскільки вода у процесах тертя виконує роль змащення та, одночасно, є досить теплоємним компонентом сировини, то тепло, яке виділяється за рахунок сил тертя, може виявитися недостатнім для забезпечення заданого температурного режиму пресування θ_i^{ca} , $i=1, n$ і (або) екструдювання θ_a^{ca} . Крім того, як правило, якість готового продукту при ЕРС підвищується з ростом значень усього поля температур за умови, що ці значення не виходять за межі, де починають проявлятися їх негативні наслідки.

Важливо відзначити, що, по крайній мірі, у сталому режимі роботи преса-екструдера основний потік тепла спрямовано у напрямку переміщення матеріалу. Інші потоки істотно менш значимі, і тут ми їх не розглядаємо.

З урахуванням викладеного, формально, залежності θ_i і θ_r від факторів, що впливають на них, можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \theta_1(t) &= \theta_1(k_{u_{i1}-\theta_1}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), u_{i1}, k_{M_{c1}-\theta_1}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f}), M_{c1}, t); \\ \theta_2(t) &= \theta_2(k_{u_{i2}-\theta_2}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), u_{i2}, k_{M_{c2}-\theta_2}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f}), M_{c2}, \dots, k_{\theta_1-\theta_2}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), \theta_1, t); \\ \theta_3(t) &= \theta_3(k_{u_{i3}-\theta_3}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), u_{i3}, k_{M_{c3}-\theta_3}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f}), M_{c3}, \dots, k_{\theta_2-\theta_3}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), \theta_2, t); \\ \theta_a(t) &= \theta_a(k_{M_{ca}-\theta_a}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f}), M_{ca}, k_{\theta_3-\theta_a}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f}), \theta_3, t), \end{aligned} \quad (7)$$

де $k_{u_{i1}-\theta_1}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f})$, $k_{M_{c1}-\theta_1}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f})$, $k_{\theta_1-\theta_2}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f})$, $k_{M_{ca}-\theta_a}(Q_i, \overset{\mathbf{r}}{f})$, $k_{\theta_3-\theta_a}(Q_i, \overset{\mathbf{v}}{f})$ – коефіцієнти перетворення відповідних змінних.

Порушення припустимих меж температурного режиму ЕРС будемо розглядати як виникнення аварійних технологічних ситуацій. Такі аварійні ситуації можуть бути двох типів, що пов'язані:

а) з перегрівом продукту $S(\theta_i > \theta_i^{\dot{a}\dot{o}+}) \equiv S_{\theta_i}^+$ і $S(\theta_r > \theta_a^{\dot{a}\dot{o}+}) \equiv S_{\theta_a}^+$;

б) з недогрівом продукту $S(\theta_i < \theta_i^{\dot{a}\dot{o}-}) \equiv S_{\theta_i}^-$ і $S(\theta_r < \theta_a^{\dot{a}\dot{o}-}) \equiv S_{\theta_a}^-$.

Значення, які визначають припустимі межі температурних режимів ЕРС, тобто значення $\theta_i^{\dot{a}\dot{o}+}$, $\theta_a^{\dot{a}\dot{o}+}$, $\theta_i^{\dot{a}\dot{o}-}$, $\theta_a^{\dot{a}\dot{o}-}$, будуть залежати від виду сировини та мети його екструдуювання. Одним із завдань управління пресом-екструдером повинне бути завдання запобігання порушень зазначених обмежень, у тому числі, за рахунок змін u_{ni} .

Канали перетворення управляючого впливу u_e . Зміна u_e призводить до зміни робочого перетину каналу в екструзійній голівці, через який проходить матеріал безпосередньо перед його виходом із преса-екструдера. Там відбуваються завершальні пластичні деформації матеріалу, що екструдється, і, отже, формуються крайні значення полів тиску (P_e) та температур (θ_r) матеріалу уздовж осі його переміщення. Формальний опис зміни змінної θ_r відображено в (7). Зміни P_e можна описати наступним чином:

$$\begin{aligned} P_a(t) &= P_a(k_{u_e-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f), u_e, k_{M_{\dot{n}\dot{a}}-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f), \dot{I}_{\dot{n}\dot{a}}, t) = \\ &= P_a(k_{u_e-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f), u_e, k_{M_{\dot{n}\dot{a}}-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f), k_{Q_{0a}-M_{ca}}(\dot{d}_a, Q_i, f), k_{u_i-Q_{01}}(\Delta S_1, Q_i, f), \dots \\ &\dots k_{Q_{01}-Q_{02}}(\Delta S_2, Q_i, f), k_{Q_{02}-Q_{03}}(\Delta S_3, Q_i, f), k_{M_{ca}-Q_{0a}}(\Delta S_a, Q_i, f), k_{u_e-M_{\dot{n}\dot{a}}}(\dot{d}_a, Q_i, f), M_{ca}, u_i, u_e, t). \end{aligned} \quad (8)$$

де $k_{u_e-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f)$, $k_{M_{\dot{n}\dot{a}}-P_a}(\dot{d}_a, Q_i, f)$ – коефіцієнти перетворення для тиску матеріалу, що екструдється, в голівці.

Принципово важливо, що на тиск матеріалу в голівці преса-екструдера P_e та його температуру впливає не тільки u_e , але і, причому вельми істотно, u_n . Одночасно, зміна u_e , як і зміна u_n , істотно впливає на величину навантаження ПЕД, що відображається на значеннях змінних $P_{ПЕД}$, $I_{ПЕД}$, $\theta_{ПЕД}$ та інших, взаємопов'язаних з ними. Таким чином, зміни значень одного з управляючих впливів для досягнення конкретної мети цього каналу управління, наприклад, стабілізації (регулювання) $I_{ПЕД}$ в околиці заданого значення $I_{ПЕД}^{ca}$ для u_n , або стабілізації P_e в околиці P_a^{ca} для u_e , одночасно буде сприйматися як збурення для досягнення мети іншого каналу управління. Це свідчить про наявність сильних взаємних перехресних зв'язків між цими каналами. Причому динамічні властивості і прямих і перехресних каналів будуть сумірними, що обумовлює велику складність в ефективній реалізації ними однакових функцій, в частковості функцій регулювання [11].

Потенційно важливою альтернативою застосування u_e як регулюючого впливу для стабілізації P_e є його застосування як оптимізуючого впливу [12]. Перспективою такого підходу, тобто вирішення завдання оптимізації, обумовлюється досить істотним впливом значення P_e , і, отже, u_e на показники якості готового продукту, і, в частковості, їхні показники D_e , C_e , α_e , та, одночасно, на величину $P_{ПЕД}$.

Канали формування показників якості готового продукту. У якості таких показників тут розглядаються тільки непрямі показники якості D_e , C_e , α_e , інформація про які пов'язана з оцінкою зовнішнього вигляду продукту на виході із екструзійної головки та може бути отримана оперативно в квазіреальному часі. Це можливо, оскільки всі процеси, що відбуваються при ЕРС, і коротко описані на початку статті, супроводжуються змінами зовнішнього вигляду продукту. Так, у частковості, при екструдюванні порушується цілісність білкових оболонок крохмалю, що забезпечує доступ до нього вологи та її тепла. При такій обробці гранули крохмалю набухають, а на виході із екструзійної головки вибухають перегрітою парою, що різко підвищує пористість та площу зовнішньої поверхні екструдата, знижує його щільність і, отже, змінює D_e та α_e . Надмірна денатурація білка може супроводжуватися меланізацією продукту, тобто процесом, при якому між його молекулами утворюються ковалентні зв'язки, що приводять до потемніння екструдата, і, отже, до зміни значення C_e [12, 13].

У самому загальному вигляді зміну змінних, що характеризують якість, може бути описано наступними залежностями:

$$\begin{aligned} D_e(t) &= D_e(P_e, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_r, f, t); \\ C_e(t) &= C_e(P_e, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_r, f, t); \\ \alpha_e(t) &= \alpha_e(P_e, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_r, f, t). \end{aligned} \quad (9)$$

Вирази (9) можна було б в певному ступені конкретизувати, підставивши замість змінних $P_e \dots \theta_r$ їхні вирази із (1) – (8). Це краще підкреслило б і без того очевидний факт, що показники якості продукту обумовлюються, у кінцевому підсумку (при інших рівних умовах) величиною управляючих впливів u_n , u_e , u_{ni} . Залежності (9) могли б бути розглянуті і раніше – при аналізі каналів перетворення управляючих

впливів. Однак це не робилося з тієї причини, що ЕРС, безпосередньо як процесор перетворення вхідних змінних в зазначені вихідні, має принципово важливі особливості:

а) істотно більше високий рівень невизначеності в (9), тобто велика залежність від $\dot{f}$, чим в раніше розглянутих процесах;

б) дуже сильні та слабо вивчені із-за $\dot{f}$ перехресні зв'язки каналів управління змінними D_e , C_e , α_e .

Ці особливості визначають практичну неможливість розглядати ці змінні, принаймні, одночасно, як регульовані. Для розгляду їх, або однієї з них, як оптимізуємих (оптимізуємої) так само немає скільки-небудь істотних підстав. Разом з тим на значення цих змінних накладаються обмеження. Порушення припустимих меж цих змінних будемо розглядати як виникнення аварійних технологічних ситуацій. Загалом, аварійні ситуації можуть бути двох типів, пов'язані з порушеннями обмежень «зверху» $S_{D_e} (D_e > D_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}) \equiv S_{D_e}^+$, $S_{\tilde{N}_e} (C_e > \tilde{N}_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}) \equiv S_{\tilde{N}_e}^+$, $S_{\alpha_e} (\alpha_e > \alpha_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}) \equiv S_{\alpha_e}^+$ та «знизу» $S_{D_e} (D_e < D_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}) \equiv S_{D_e}^-$, $S_{\tilde{N}_e} (C_e < \tilde{N}_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}) \equiv S_{\tilde{N}_e}^-$, $S_{\alpha_e} (\alpha_e < \alpha_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}) \equiv S_{\alpha_e}^-$. Значення, що визначають припустимі межі змінних, тобто значення $D_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}$, $\tilde{N}_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}$, $\alpha_e^{\tilde{a}\tilde{d}+}$, $D_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}$, $\tilde{N}_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}$, $\alpha_e^{\tilde{a}\tilde{d}-}$ будуть залежати від виду сировини та мети його екструдуювання. Дотримання цих обмежень є одним із завдань управління процесом ЕРС.

4. Висновок. Аналіз процесу екструдуювання рослинної сировини, проведений у рамках розробки концептуальної моделі цього процесу як об'єкта управління дозволяє зробити наступні висновки.

1. Концептуальна модель процесу ЕРС є першим етапом розробки моделі цього процесу як об'єкта управління, мета якої скласти об'єктивну основу розробки ефективної САУ процесом. Розвиток моделі припускає конкретизацію властивостей каналів управління (прямих та перехресних), тобто конкретизацію виразів (1) – (8). В [14], судячи з назви роботи, розпочиналась спроба вирішити таке завдання на основі аналітичних методів. Однак, назва роботи погано відображає її фактичний зміст, тому що отримані моделі є моделями статички з більшою кількістю допущень і для окремого випадку. Конструктивно використовувати їх для розробки САУ ЕРС неможливо. Візьмемо на себе відповідальність затверджувати, що більш-менш коректно описати динамічні властивості зазначених каналів ОУ можливо тільки на основі експериментальних методів.

2. У силу досить значущих для процесу ЕРС факторів, які відображаються в $\dot{f}$, математичні моделі каналів управління, отримані будь-якими методами, у тому числі й експериментальними, завжди будуть відображати лише окремі випадки реальних властивостей ОУ. При цьому із практичної точки зору безглуздо прагнути розширити набір моделей для конкретних наборів компонентів $\dot{f}$. Конструктивний вихід зі сформованої ситуації – застосування для управління алгоритмів з підвищеним запасом стійкості, зокрема, що включають пасивну [15] або активну [16] адаптацію (самонастроювання) і пошукових алгоритмів оптимізації, що не вимагають для своєї роботи моделей ефективності.

3. Кількість регламентованих змінних процесу ЕРС досить істотно перевищує кількість доступних для реалізації управляючих впливів. Це означає, що стабілізувати процес за всіма регламентованими змінними неможливо, і класичні підходи до побудови ефективних, і, отже, інтелектуально не примітивних, САУ, тут не застосовні. Перспективний варіант САУ – системи гарантуючого управління [17], які можуть дозволити управляти процесом, забезпечуючи виконання всіх встановлених технологічним регламентом обмежень на значення змінних і забезпечити взаємозв'язок різних функцій системи управління процесом.

Література

1. Экструзия в пищевой технологии / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с: ил.
2. Ковбаса В.М. Наукове обґрунтування високотемпературної екструзії природних біополімерів та розроблення раціональних технологій харчоконцентратів і хлібопродуктів поліпшеної якості: Автореф. ... докт. техн. наук. – Київ, 1998 р. – 41 с.
3. Хобин В.А., Егоров В.Б. Повышение эффективности процесса экструдирования комбикормов средствами автоматического управления // Зерновые продукты и комбикорма. – Одесса, 2008. – № 3 (31). – С. 53 – 54.
4. Хобин В.А. Функция гарантирования в системах автоматического управления // Автоматизация производственных процессов. – Київ, 2002. № 1(14). – С. 145 – 150.
5. Хобин В.А., Егоров В.Б. Процесс экструдирования растительного сырья как объект управления: особенности, задачи управления, структура // Мат. XV міжнарод. конф. з автоматичного управління

- (Автоматика – 2008). – Одеса: ОНМА, 2008. – Мат. в 2-х т. – Т. 2. – С. 643 – 646.
6. Радін В.И., Брускін Д.Э., Зорохович А.Е. Электрические машины: Асинхронные машины. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
 7. Мусин А.М. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты. – М.: Колос, 1979. – 112 с.
 8. Богаенко И.Н., Сердюк Ю.В., Шатунов М.А. Температурная защита асинхронных электродвигателей. – К.: Техніка, 1987. – 94 с.
 9. Хилал М. Прогнозирование перегрева приводных электродвигателей в задачах управления нагрузкой технологического оборудования: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.07. – Одесса, 1996. – 147 с.
 10. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.
 11. Янушевский Р.Т. Теория линейных оптимальных многосвязных систем управления. – М.: Наука, 1973. – 464 с.
 12. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Книга 3, часть 2. Теория нестационарных, нелинейных и самонастраивающихся систем автоматического регулирования // Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1969. – 367 с.
 13. Магопец А.С. Исследование эффективности влаготепловой обработки зернового сырья в процессе экструзии: Автореф. ... канд. техн. наук. – Одесса, 1980. – 25 с.
 14. Насыров А.Ш. Моделирование процесса экструдирования как объекта управления при переработке материалов растительного происхождения: Дисс. ... канд. техн. наук. – Оренбург, 2004. – 162 с.
 15. Хобин В.А. Регулятор переменной структуры для объектов технологического типа // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – Херсон: Херсонский гос. техн. университет, 2004. – № 1 (13). – С. 190 – 196.
 16. Самонастраивающиеся системы. Справочник // А.Г. Ивахненко, П.И. Чинаев, П.И. Чумаков, В.И. Костюк и др. – К.: Наукова думка, 1969. – 528 с.
 17. Хобин В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения / Монография: Одесса: «ТЭС», 2008. – 304 с.

УДК 681.51:[621.576:66.048.913]

АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ АДХМ

**Хобін В.А., д-р техн. наук, професор, Тітлова О.О., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна**

Для підвищення ефективності експериментальних досліджень АДХМ як об'єкту управління і процесів управління нею розроблено спеціалізоване автоматизоване робоче місце (АРМ). Запропоноване АРМ реалізує функції збору інформації і графічного представлення ходу технологічного процесу, зберігання і первинну обробку отриманої інформації, а також формування команд оператора-дослідника по зміні параметрів процесу й автоматичне управління на основі вибраного алгоритму.

For the increase of the efficiency absorption-diffusional refrigeration vehicles (ADRV) experimental researches as management object and its management processes the specialized workstation is developed. Offered workstation realize the functions of information collection and graphic presentation of the technological process conduct, storage and roughing-out of the got information, and also forming operator-researcher commands of on the process parameters change and automatic control on the basis of the chosen algorithm.

Ключові слова: АДХМ, дефлегматор, температура, вимір, перетворення, управління, АРМ.

Традиційним і найбільш поширеним джерелом виробництва холоду є компресійні холодильні машини (КХМ). Їх істотні недоліки: а) проблеми з переходом на екологічно безпечні хладагенти; б) безальтернативне джерело енергії — змінна напруга промислової частоти з ГОСТірованими характеристиками; в) низький ресурс роботи компресора КХМ в умовах нестабільних характеристик живлячої напруги, його висока вартість та необхідність заміни при ремонті.

Альтернативою КХМ є абсорбційно-дифузійні холодильні машини (АДХМ). Їх робоче тіло — водоміачний розчин (ВАР) з інертним газом екологічно безпечний. Відсутність компресора підвищує їх ресурс і надійність, робить роботу АДХМ безшумною. Дуже важливо, що джерелами теплової енергії АДХМ можуть бути як електрична енергія, у тому числі, низької якості, наприклад, що генерується про-

стими ветро- й гідроенергетичними установками, електроенергія бортової мережі автомобілів, так і не-електричні джерела — зріджений пропан, газ, дизельне паливо, природний газ, біогаз й т.і. Проте АДХМ, при ряді значних переваг перед КХМ, мають й істотний недолік — велику питому витрату енергії. Тому зниження цього показника є актуальним завданням.

Проблемам підвищення енергетичної ефективності АДХМ присвячена велика кількість робіт, пов'язаних із вдосконаленням конструкції АДХМ, оптимізації вибору їх робочого тіла, тиску заправки, режимів роботи й, останнім часом, — розробці ефективних систем автоматичного управління (САУ) цими режимами [1, 2]. Реалізація нових САУ вимагає спеціальних наукових досліджень, оскільки технологічний процес виробництва холоду в АДХМ як об'єкт управління (ОУ) має ряд специфічних особливостей, а їх енергетична ефективність залежить від різних чинників [3].

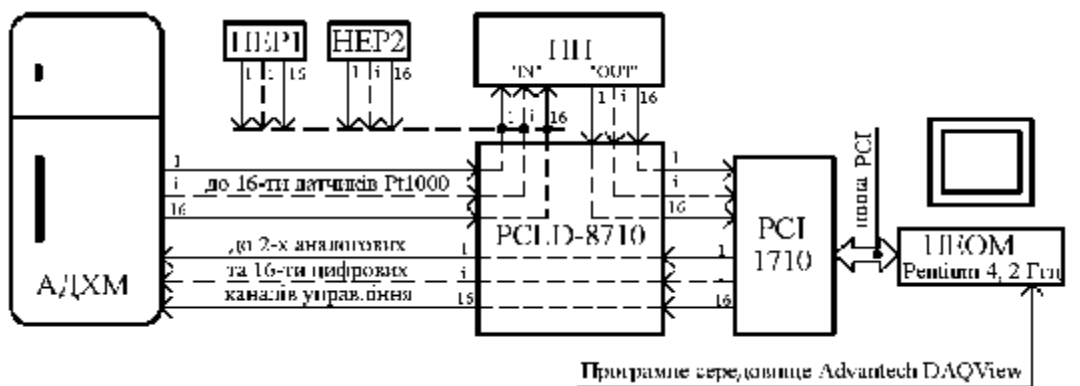
У [4] розглянута система гарантуючого управління (СГУ), що дозволяє підвищити енергетичну ефективність АДХМ за рахунок підтримки рівня парорідинного фронту (ПРФ) в максимальній близькості від верхньої точки $h_{\max}$ підйомної ділянки дефлегматора, що відповідає, в даному випадку, найбільш ефективному режиму реалізації холодильного циклу. При цьому, рівень ПЖФ не повинен виходити за межі дефлегматора, тобто очищення пари аміаку від води має бути повністю в ньому завершена. Проте в реальних умовах виникають дві ситуації.

1. В умовах інтенсивного підведення тепла до термосифону АДХМ, перш за все в режимах виходу з холостого ходу на робоче навантаження й високій температурі довкілля, коли ефективність роботи дефлегматора знижується, рівень ПЖФ може перевищувати $h_{\max}$. При цьому вода або пари води потраплятимуть в конденсатор і далі у випарник. Наявність води у випарнику підвищує рівень температур охолодження та вимагає додаткового часу роботи АДХМ, а, відповідно, й додаткових енерговитрат.

2. В умовах роботи з мінімальним тепловим навантаженням, перш за все в режимах тривалого зберігання продуктів, і низькій температурі довкілля, коли ефективність роботи дефлегматора підвищується, рівень ПЖФ буде значно нижчий за $h_{\max}$. У цьому випадку пари аміаку переохолоджуватимуться, що приведе до їх часткової конденсації в дефлегматорі, зменшенню подачі в конденсатор і випарник, а, отже, й зниженню енергетичної ефективності АДХМ.

Ці та інші особливості процесу виробництва холоду в АДХМ як ОУ показують, що для можливості реалізації розглянутої СГУ необхідні додаткові наукові дослідження. При цьому використовувати аналітичні методи, в даному випадку, досить складно із-за необхідності вирішення рівнянь з приватними похідними високого порядку. Аналіз отриманих даних дозволить розробити метод здобуття в реальному часі достовірної інформації про поточне значення рівня ПРФ в дефлегматорі АДХМ, прослідити його реакцію на зміну струму в нагрівачі, а також розробити математичну модель динамічних властивостей каналів управління АДХМ як основи для розробки САУ.

З метою підвищення ефективності проведення необхідних досліджень на основі АДХМ та комплексу спеціальних технічних і програмних засобів, включаючи ПЕВМ, реалізовано автоматизоване робоче місце (АРМ).



ОУ – об'єкт управління (АДХМ); НП – нормуючий перетворювач;
 НЕР1 та НЕР2 – набори еталонних резисторів; PCLD-8710 – плата комутації сигналів;
 PCI-1710 – багатофункціональна плата введення-виведення

Рис. 1 – Структурна схема АРМ

Нормуючий перетворювач містить 16 каналів, кожен з яких забезпечує диференціальний метод виміру опору терморезистора, перетворення його в напругу й попереднє посилення ($K \approx 15$) сигналу напруги. Набори еталонних резисторів призначені для калібрування НП. Принципова електрична схема одного з

каналів НП і градувальна таблиця використовуваних терморезисторів представлена на рис. 2. Зовнішній вигляд НП представлений на рис. 3.

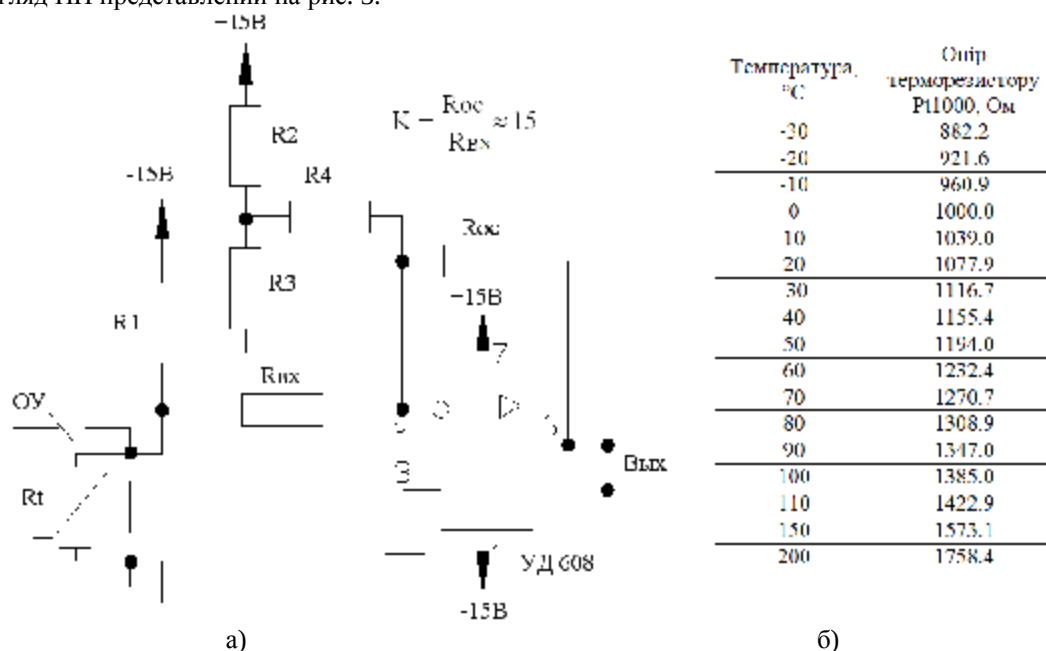


Рис. 2 – Принципова електрична схема одного каналу НП (а) і градувальна таблиця поверхневого терморезистора (б)

Карта введення-виведення в ПЕВМ сигналів, стандарт PCI, тип PCI-1710 з клемною платою PCLD-8710 (фірма Advantech) — це багатофункціональна плата збору даних. Її характеристики: АЦП 12 біт, 100кГц, 8 диференціальних або 16 потенційних аналогових входів, поканально програмоване посилення (КП: 1, 2, 4, 8), автоматичне сканування каналів, 2 канали ЦАП 12 біт, 16 цифрових входів і 16 цифрових виходів.

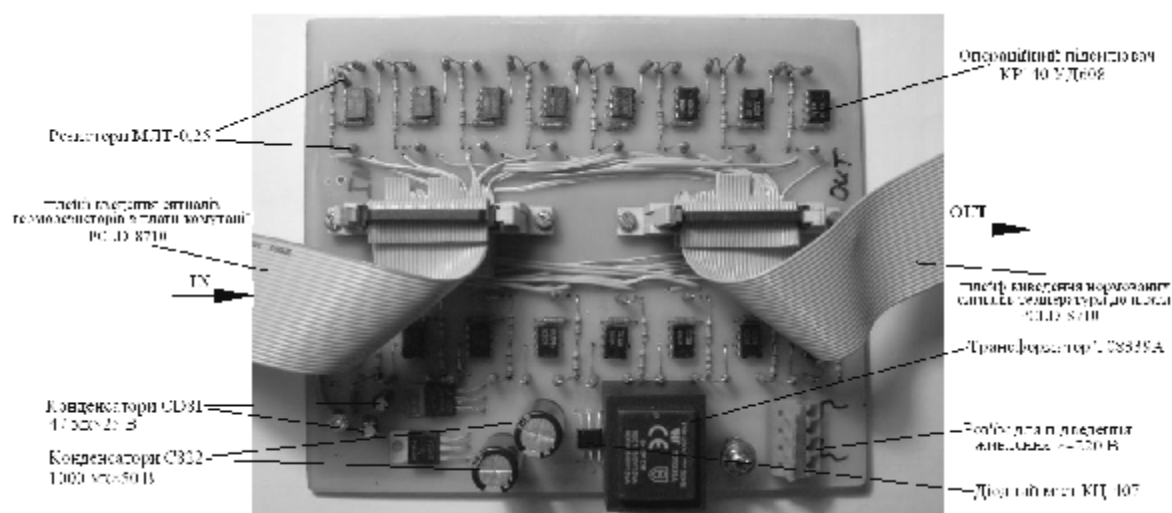


Рис. 3 – Зображення НП

Вигляд головного інтерактивного вікна АРМ приведений на рис. 4. Кнопки «Регистрация данных» і «Выбор алгоритма управления» дозволяють при натисненні на них перейти у відповідні вікна, а кнопка «Выход» зупиняє роботу АРМ. Всього передбачено 5 алгоритмів управління: без управління, двопозиційний, з ПІД-регулятором, із вібраційною лінеаризацією й каскадна САУ. Вигляд вікна станції управління представлений на рис. 5.

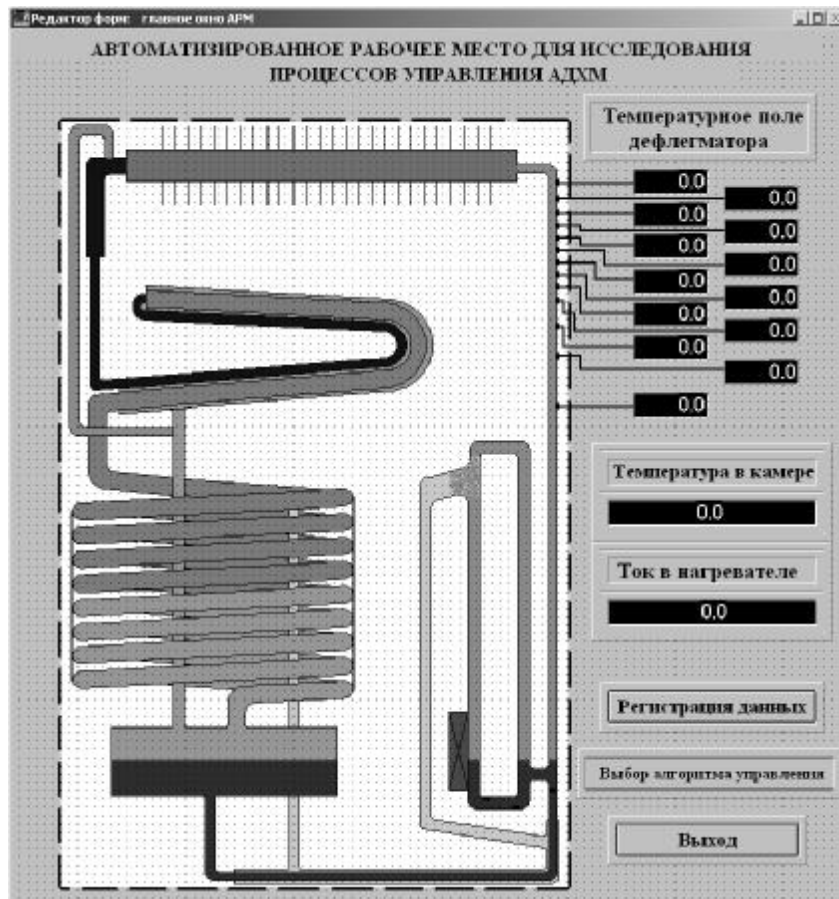


Рис. 4 – Видгляд головного вікна АРМ — інтерактивної мнемосхеми процесу



Рис. 5 – Фрагмент вікна станції управління

Основні функції, що реалізуються АРМ:

- збір інформації про параметри процесу, що поступає від усіх датчиків в реальному масштабі часу (значення температур, струму в нагрівачі);
- зберігання (архівация) отриманої інформації у вигляді текстових файлів;
- первинна обробка зібраної інформації в реальному або квазіреальному масштабі часу (фільтрація, нормалізація, масштабування, лінеаризація);
- графічне представлення ходу технологічного процесу, а також прийнятої та архівної інформації в зручному для сприйняття вигляді (у цифровій, символній, кольорній формі, у вигляді графіків функції часу);
- автоматичне регулювання струму в нагрівачі на підставі запрограмованого алгоритму управління;

— формування команд оператора-дослідника по зміні параметрів процесу та передача їх на виконавчий пристрій.

Програмне забезпечення вказаних функцій реалізоване в середовищі scada-системи Genie (фірма Advantech).

Висновки

АРМ спрощує дослідження АДХМ як об'єкту управління та процесів управління в ній, підвищує ефективність досліджень, оскільки інформація про хід ведення технологічного процесу передається і перетворюється за допомогою технічних засобів, минувши участь людини. Подальша обробка отриманих даних є основою для розробки САУ, що підвищує енергетичну ефективність АДХМ за рахунок управління рівнем парорідинного фронту в дефлегматорі.

Література

1. Хобин В.А., Мазур А.В. Повышение эффективности и ресурса эксплуатации абсорбционных холодильных машин средствами гарантирующего управления // Системный анализ, управление и информационные технологии: Сб. науч. тр. 12-ой Международ. конф. по автомат. упр-нию «Автоматика – 2005» / Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – № 55. – С. 19-24.
2. Titlova O.A., Hobin V.A., Mazur A.V. Automatic control system` development, minimizing energy consumption of absorption refrigeration vehicles // Energy Challenges of the 21st Century: Science, Technology, Economy, Society: Book of abstract. – Odessa: OSAR. – 2007. – P. 120-121.
3. Бабакин Б.С., Выгодин В.А. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник) / 3-е изд., испр. и доп. – Рязань, "Узоречье", 2005. – 860 с.
4. Хобин В.А., Титлова О.А. Управление уровнем парожидкостного фронта в дефлегматоре АДХМ: цель, проблемы, вариант решения // Сб. науч. тр. / XIV міжнарод. конф. з автоматич. управл. «Автоматика – 2007». – Севастополь: СТУАЄтаП. – 2007. – С. 196-197.

УДК 658.511.5:[656.56:519.876.5]

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ШВИДКОСТЕЙ РІДКОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ЙОГО В ТУРБУЛЕНТНОМУ ПОТОЦІ ПО ТРУБОПРОВОДУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

Вендров І.Б., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглядається процес переміщення рідкого середовища в турбулентному потоці по трубопроводу циліндричної форми. Для математичного опису цього процесу використовується модифікована система рівнянь Новьє-Стокса [1] і рівняння нерозривності в циліндричній системі координат з відповідними допущеннями. У результаті необхідних перетворень було отримано поле швидкостей, що дозволяє визначити швидкість у будь-якій точці трубопроводу та у будь-який момент часу.

Process of moving of watery sphere in whirwind stream in the cylindrical form pipeline is examined. For the mathematical description of this process the modify combined Novie-Stokes equations and the equation of indissolubility in cylindrical coordinates with corresponding assumption are used. As a result of necessary transformation the field of speeds was received, what allow determine the speed in any point of conduit and in any moment of time.

Ключові слова: турбулентний рух рідкого середовища, модифікована система рівнянь Новьє-Стокса, рівняння нерозривності, поле швидкостей у функції чотирьох координат.

Підвищення точності автоматичних витратомірів рідких середовищ, які переміщують по трубопроводах, є актуальною задачею, тому що вона диктується комерційними інтересами. Проблема точності вимірів пов'язана з розподіленістю по перерізу трубопроводу швидкостей, тисків, в'язкостей і інших змінних стану рідин, що транспортують. Вона додатково ускладнюється, якщо потік турбулентний. Аналітичний підхід для отримання полів змінних стану складний, і, видимо, тому мало використовується для рішення подібних задач. Разом з цим аналітичні моделі можуть бути покладені в основу вимірювальних систем, де задачі метрології будуть вирішуватися методами кібернетики.

Для розрахунку поля швидкостей рідкого середовища було прийнято такі допущення:

- потік вісесиметричний;
- динамічна та кінематична в'язкість рідкого середовища $\mu, \nu = \text{const}$;
- щільність рідкого середовища $\rho = \text{const}$;
- коефіцієнт дотичного напруження на стінці трубопроводу $k = \text{const}$;
- радіальна складова рідкого середовища зневажає мало у порівнянні з віською.

З урахуванням вищевказаних допущень модифікована система рівнянь Нав'є-Стокса та рівняння нерозривності має такий вигляд:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \nu \left[\frac{4}{3} \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_x}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_x}{\partial \theta^2} + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{u_r}{r} \right) \right] - \frac{\partial u_x}{\partial t} - u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} - k u_x^2; \quad (1)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} = \nu \left[\frac{4}{3} \frac{\partial^2 u_r}{\partial r^2} + \frac{4}{3} \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r} - \frac{4}{3} \frac{u_r}{r^2} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{3} \frac{\partial u_x}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial x} \right) \right] - \frac{\partial u_r}{\partial t}; \quad (2)$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_x}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

де x, r, t – поточні координати довжини трубопроводу, радіуса рідкого середовища та часу;

R_0 – радіус трубопроводу;

P_0 – тиск на вході трубопроводу;

ρ – тиск у трубопроводі;

θ – кут між осьовим каналом та радіусом;

μ, ν – динамічна та кінематична в'язкість рідкого середовища;

u_x, u_r – осьова та радіальна складові швидкості руху рідкого середовища;

k – коефіцієнт дотичної напруги на стінці трубопроводу.

Продиференціюємо рівняння (3) по « x », помножимо на « $1/3$ » та підставимо до рівняння (1). У результаті рівняння (1) матиме наступний вигляд:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_x}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_x}{\partial \theta^2} \right) - \frac{\partial u_x}{\partial t} - u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} - k u_x^2. \quad (4)$$

Продиференціюємо рівняння (3) по « r », помножимо на $4/3$ та підставимо до рівняння (2). У результаті рівняння (2) матиме наступний вид:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} = \nu \left(\frac{\partial^2 u_r}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u_x}{\partial r \partial x} \right) - \frac{\partial u_r}{\partial t}. \quad (5)$$

Маємо,

$$u_x = u(r, t, \theta) e^{-kx}. \quad (6)$$

З урахуванням (6) рівняння (4) и (5) набувають виду:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \left[\mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} + k^2 u \right) - \rho \frac{\partial u}{\partial t} \right] e^{-kx}; \quad (7)$$

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \mu \left(\frac{\partial^2 u_r}{\partial x^2} + k e^{-kx} \frac{\partial u}{\partial r} \right) - \rho \frac{\partial u_r}{\partial t}. \quad (8)$$

Продиференціюємо по « r » рівняння (7), а по « x » – рівняння (8). У результаті рівняння (7), (8) мають вид:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial r \partial x} = \left[\mu \left(\frac{\partial^3 u}{\partial r^3} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 u}{\partial r \partial \theta^2} - \frac{2}{r^3} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} + k^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) - \rho \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial t} \right] e^{-kx}; \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial r \partial x} = \mu \left(\frac{\partial^3 u_r}{\partial x^3} - k^2 \frac{\partial u}{\partial r} e^{-kx} \right) - \rho \frac{\partial^2 u_r}{\partial x \partial t}. \quad (10)$$

Відніmemo з рівняння (9) рівняння (10). У результаті проведених перетворень з урахуванням допущення «5», отримаємо вихідне рівняння для розв'язання поставленої задачі:

$$\frac{\partial^3 u}{\partial r^3} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 u}{\partial r \partial \theta^2} + k^2 \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{1}{\nu} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial t} + k^2 \frac{\partial u}{\partial r} = 0. \quad (11)$$

Початкова умова має вигляд [2]

$$u_{t=0} = \varphi(r) = \frac{k(p_0 - p)}{\mu(e^{kx} - 1)} \left(1 - \frac{I_0(kr)}{I_0(kR_0)} \right). \quad (12)$$

Граничні умови мають вигляд:

— за осьовим каналом:

$$u_{x=0} = u_0 = \frac{kp_0}{\mu} = \text{const}; \quad (13)$$

— за радіальним каналом:

$$u_{r=R_0} = 0. \quad (14)$$

Через неоднорідність граничної умови (13) її було приведено до однорідної. При цьому було введено нову функцію [3]:

$$\tilde{u} = u - u_0, \quad (15)$$

Ця функція задовольняє вихідному рівнянню (11). При цьому граничні та початкові умови матимуть наступний вигляд:

— гранична умова за осьовим каналом:

$$\tilde{u}|_{x=0} = 0; \quad (16)$$

— гранична умова за радіальним каналом:

$$\tilde{u}|_{r=R_0} = 0; \quad (17)$$

Початкова умова

$$\tilde{u}|_{t=0} = \varphi(r) - u_0. \quad (18)$$

Приймаємо, що $\frac{d\tilde{u}}{dr} = V$. (19)

С урахуванням (19) рівняння (11) матиме наступний вигляд:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} + \left(2k^2 - \frac{1}{r^2} \right) V - \frac{1}{v} \frac{\partial V}{\partial t} = 0. \quad (20)$$

Для вирішення цього рівняння застосуємо метод розподілу змінних.

Покладемо $V = \varphi(R, \theta)T(t)$. (21)

Підставимо (21) до рівняння (20). У результаті отримаємо два незалежних один від одного рівняння:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} + \left(2k^2 - \frac{1}{r^2} \right) \varphi = \frac{1}{vT} \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (22)$$

Ліва частина рівняння (22) є функцією тільки « r » та « θ », а права – тільки « t ». Тому дорівнюємо їх постійній величині « $-\lambda_n^2$ ». У результаті отримано два незалежних рівняння:

$$\frac{1}{v} \frac{dT}{dt} + \lambda_n^2 T = 0; \quad (23)$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{dr} + \frac{1}{r^2} \frac{d^2 \varphi}{d\theta^2} + \left(2k^2 + \lambda_n^2 - \frac{1}{r^2} \right) \varphi = 0. \quad (24)$$

Рішення рівняння (23) має вигляд:

$$T = Ce^{-\frac{\lambda_n^2}{v}t}; \quad (25)$$

Для вирішення рівняння (24) знову застосуємо метод розподілу змінних [4, 5].

Покладемо $\varphi = R(r)\Phi(\theta)$ (26)

Розділивши (24) на (26) та уможивши на « r^2 », отримаємо умову розділення змінних

$$\frac{r^2}{R} \frac{\partial^2 R}{\partial r^2} + \frac{r}{R} \frac{\partial R}{\partial r} + \left(2k^2 + \lambda_n^2 - \frac{1}{r^2} \right) r^2 = -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} = m = \text{const}. \quad (27)$$

Функція « $\Phi(\theta)$ » повинна мати період, який дорівнює 2π , оскільки в іншому випадку функція $\varphi = R(r)\Phi(\theta)$ не була б однозначною.

У результаті отримуємо наступні два рівняння:

$$\frac{d^2 \Phi}{d\theta^2} + m\Phi = 0; \quad (28)$$

$$\frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dR}{dr} + \left(2k^2 + \lambda_n^2 - \frac{m+1}{r^2} \right) R = 0. \quad (29)$$

Постійна величина « m » може мати наступні значення: $m = 0, 1, 2 \dots n$.

Вирішення рівняння (28) при $m = 1$ має наступний вигляд:

$$\phi(\theta) = A \cos \theta + B \sin \theta. \quad (30)$$

Вирішення рівняння (29) при $m = 0$ набуває вигляду:

$$R = I_1 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r \right). \quad (31)$$

У результаті урахування рівнянь (30) и (31) функція « ϕ » має наступний вигляд:

$$\phi = (A \cos \theta + B \sin \theta) I_1 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r \right), \quad (32)$$

де $I_1(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r)$ – функція Бесселя першого роду першого порядку;

A, B – коефіцієнти, довільні постійні.

Підставимо значення рішень (25) та (32) в (21). У результаті отримаємо значення « V ».

$$V = (A \cos \theta + B \sin \theta) I_1 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r \right) e^{-\frac{\lambda_n^2}{v} t}, \quad (33)$$

де λ_n – власне число.

З огляду на рівність (19), робимо інтегрування рівняння (33) у межах $[R_0, r]$. У результаті визначаємо значення « $\tilde{u}$ »:

$$\tilde{u} = (A \cos \theta + B \sin \theta) e^{-\frac{\lambda_n^2}{v} t} \left[I_0 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r \right) - I_0 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} R_0 \right) \right], \quad (34)$$

де $I_0(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} r)$ – функція Бесселя першого роду нульового порядку.

Використовуючи граничну умову (17) визначаємо значення кореня цієї функції.

$$I_0 \left(\sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} R_0 \right) = \tilde{u}|_{r=R_0} = 0, \quad (35)$$

звідки

$$\mu_n = \sqrt{2k^2 + \lambda_n^2} R_0. \quad (36)$$

Ця функція має незліченну безліч коренів: $\mu_1, \mu_2, \dots \mu_n$.

Використовуючи рівняння (36), визначаємо власні числа

$$\lambda_n = \sqrt{\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2}. \quad (37)$$

Перепишемо отримане значення власної функції (34) з урахуванням рівностей (36) та (37)

$$\tilde{u} = (A \cos \theta + B \sin \theta) I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) e^{-\frac{\left(\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2 \right)}{v} t}. \quad (38)$$

Утворимо функцію у вигляді суми власних функцій (38), яка також є вирішенням задачі:

$$\tilde{u} = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos \theta + B_n \sin \theta) I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) e^{-\frac{\left(\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2 \right)}{v} t}. \quad (39)$$

Підберемо коефіцієнти « A_n » та « B_n » так, щоб вони задовольняли початковій умові (18).

Приймемо коефіцієнт $A_n = 0, \angle \theta = \pi/2$.

У результаті (39) матиме наступний вигляд:

$$\tilde{u}|_{t=0} = \sum_{n=1}^{\infty} B_n I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) = \phi(r) - u_0, \quad (40)$$

тобто ми розкладаємо праву частину рівняння (40) в ряд за функціями $I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right)$, які задовольняють у

інтервалі $[0, 1]$ умовам ортогональності. Думуючи $r = R_0 y$, надамо рівнянню (40) наступний вигляд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} B_n I_0(\mu_n y) = \varphi(R_0 y) - u_0. \quad (41)$$

Помножимо обидві частини рівняння (41) на « $y I_0(\mu_n y)$ » та проінтегруємо у межах $[0, 1]$.

$$B_n \int_0^1 y I_0^2(\mu_n y) dy = \int_0^1 y I_0(\mu_n y) [\varphi(R_0 y) - u_0] dy. \quad (42)$$

У результаті визначаємо значення « B_n ».

$$B_n = \frac{2}{I_1^2(\mu_n)} \int_0^1 y I_0(\mu_n y) [\varphi(R_0 y) - u_0] dy. \quad (43)$$

Підставивши до рівняння (43) значення (12) та (13), воно матиме наступний вигляд:

$$B_n = \frac{2}{I_1^2(\mu_n)} \int_0^1 y I_0(\mu_n y) \left[\frac{k(p_0 - p)}{\mu(e^{kx} - 1)} \left(1 - \frac{I_0(kR_0 y)}{I_0(kR_0)} \right) - \frac{kp_0}{\mu} \right] dy. \quad (44)$$

З огляду на те, що $kR_0 \neq \mu_n$, рівняння (44) спроститься та матиме наступний вигляд:

$$B_n = -\frac{2k}{I_1^2(\mu_n)\mu} \left(p_0 - \frac{p_0 - p}{e^{kx} - 1} \right) \int_0^1 y I_0(\mu_n y) dy = -\frac{2k}{I_1(\mu_n)\mu_n\mu} \left(p_0 - \frac{p_0 - p}{e^{kx} - 1} \right). \quad (45)$$

Підставимо значення « B_n » до рівняння (39):

$$\tilde{u} = -\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2k}{I_1(\mu_n)\mu_n\mu} \left(p_0 - \frac{p_0 - p}{e^{kx} - 1} \right) \sin \theta I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) e^{-\frac{\left(\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2 \right)}{v} t}. \quad (46)$$

З огляду на рівності (6) та (15), рівняння (46) матиме наступний вигляд:

$$u_x = \frac{kp_0}{\mu} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2k}{I_1(\mu_n)\mu_n\mu} \left(p_0 - \frac{p_0 - p}{e^{kx} - 1} \right) \sin \theta e^{-\frac{\left(\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2 \right)}{v} t} I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) e^{-kx}. \quad (47)$$

Аналіз рівняння (47) показує, що при $x \rightarrow 0$ знаменник дробу у дужці прагне до «1», а у чисельнику дробу $p \rightarrow p_0$. У результаті вираз у дужках прагне до «0», тобто значення швидкості при $x \rightarrow 0$ дорівнює заданій граничній умові за осевим каналом $u_{x=0} = \frac{kp_0}{\mu}$.

Розглянемо значення швидкості за радіальним каналом. Підставимо до рівняння (43) початкову умову (12) та граничну умову (14). У результаті вирішення рівняння (43) отримаємо наступне значення « B_n »:

$$B_n = \frac{2k(p_0 - p)}{I_1(\mu_n)\mu_n\mu(e^{kx} - 1)}. \quad (48)$$

Підставимо значення (48) до рівняння (39) при нульових граничних умовах з урахуванням рівності (6). У результаті отримаємо:

$$u_x = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2k(p_0 - p)}{I_1(\mu_n)\mu_n\mu(e^{kx} - 1)} \sin \theta e^{-\frac{\left(\frac{\mu_n^2}{R_0^2} - 2k^2 \right)}{v} t} I_0 \left(\frac{\mu_n}{R_0} r \right) e^{-kx}. \quad (49)$$

Аналіз рівняння (49) показує, що швидкість робочого середовища дорівнює заданому значенню граничної умови за радіальним каналом $u_x|_{r=R_0} = 0$.

Висновки

Рішення вихідної системи рівнянь (1) – (3) при відповідних початкових та граничних умовах зводить до виразів (47) та (49), які надають можливість розрахувати швидкість турбулентного потоку рідкого середовища у будь-якій його точці та у будь-який момент часу.

Література

1. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. – М.: «Машиностроение», 1977.

2. Вендров И.Б. Определение граничных условий на трубопроводе при установившемся движении однофазного потока рабочей среды // Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2007. – Вип. 31. – Т. 1. – С. 156 – 159.
3. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. – М.: «Наука», 1969.
4. Положий Г.Н. Уравнения математической физики. – М.: «Высшая школа», 1964.
5. Андре Анго. Математика для электро- и радиоинженеров. – М.: «Наука», 1965.

УДК 621.575

МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ ЦИКЛІВ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДОАМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Іщенко І.М., аспірантка, Тітлов О.С., д-р техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

Проведений аналіз перспектив розвитку абсорбційних водоаміачних холодильних машин в рамках переводу систем холодильної техніки на природні холодильні агенти. Показали можливість створення системи кондиціонування повітря на базі водоаміачної абсорбційної холодильної машини, яка працює з сонячними колекторами.

The analysis of prospects development of absorptive refrigerator machines within the limits interpret systems from refrigerator technique to natural refrigerating agent is realized. The potential creation of system air conditioning on the basis ammonia-water absorptive refrigerator machines, which are working using the solar collection, is represented.

Ключові слова: абсорбційна водоаміачна холодильна машина, сонячний колектор, система кондиціонування повітря.

В останні роки в зв'язку з техногенним впливом на навколишнє середовище систем холодильної техніки все більше уваги приділяється природним холодильним агентам.

Останні документи [1] вже чітко регламентують використання конкретних природних холодильних агентів для різних типів холодильних машин: для побутових і торгових холодильників — пропан; для середніх холодильників — вуглекислота; для великих систем — аміак.

В рамках сучасних тенденцій переходу на природні холодильні агенти входять і тепловикористовуючі абсорбційні водоаміачні холодильні машини (АВХМ).

АВХМ на відміну від тепловикористовуючих аналогів — бромистолітієвих абсорбційних холодильних машин і пароежекторних водяних холодильних машин, холодильним агентом в яких є вода, мають більш широку область використання, зокрема, в області від'ємних температур до мінус 50 °С [2].

Таким чином АВХМ крім традиційних для тепловикористовуючих машин задач кондиціонування повітря можуть бути використані і в холодильниках при тривалому зберіганні заморожених продуктів і сільськогосподарської сировини.

З точки зору економії енергоресурсів АВХМ викликають інтерес як тепловикористовуючі машини. Для їх роботи можна використовувати найрізноманітніші бросові джерела теплової енергії: технологічну пару, гарячу воду, відхідні гази печей, вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання [3].

Особливий інтерес викликають АВХМ, які працюють на джерелах енергії, що відновлюються, зокрема, на енергії сонячного випромінювання. Така зацікавленість пов'язана з можливістю використання сонячних колекторів весь рік, які знаходять в теперішній час широке використання в системах опалення і гарячого водопостачання. Припускається [4], що при надлишку сонячної енергії в теплий період року частину її можна направити на генератор АВХМ для виробництва штучного холоду. Одержаний холод можна використовувати як в системах кондиціонування, так і в холодильниках.

Відомі підходи до розрахунку АВХМ [5, 6, 7] для роботи в системах з сонячним підігрівом не можуть бути використані через неврахування взаємної залежності трьох рівнів температур: вищої в генераторі (гріючого джерела) — нижчої в абсорбері (навколишнього середовища) — кипіння в випарнику. Тоді, як відомо [2], що із цих трьох температур тільки дві можуть бути вибрані відносно довільно, а третя температура визначається однозначно.

Такий висновок був одержаний авторами [2] при аналізі теплового коефіцієнта ідеального циклу довідної абсорбційної холодильної машини, в якому:

- а) зона дегазації прямує до нуля і процеси в генераторі і в абсорбері протікають практично ізотермічно;
- б) абсорбер не володіє власним парціальним тиском і теплота дефлегмації відсутня.

Із теоретичної залежності теплового коефіцієнта ідеального циклу такої машини

$$\eta_{\text{теор}} = \frac{\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_h}}{\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_k}}, \quad (1)$$

де T_a , T_h , T_o , T_k — температури в процесах абсорбції, генерації, кипіння і конденсації, відповідно, К, і наступного її спрощення з врахуванням реального припущення, що

$$T_w = \frac{T_k + T_a}{2} \quad (2)$$

де T_w — температура охолоджуючого середовища, К,

$$\eta_{\text{теор}} = \frac{\frac{1}{T_w} - \frac{1}{T_h}}{\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_w}} \quad (3)$$

автори [2] одержали залежність $T_h = f(T_o, T_w)$ для роботи на водоаміачному розчині (ВАР) при $\eta_{\text{теор}} = 1$

$$T_h = \frac{1}{\frac{2}{T_w} - \frac{1}{T_o}}. \quad (4)$$

Очевидно, що реальні цикли АВХМ відрізняються від ідеального, але які-небудь відомості про залежності типу (4) для них відсутні.

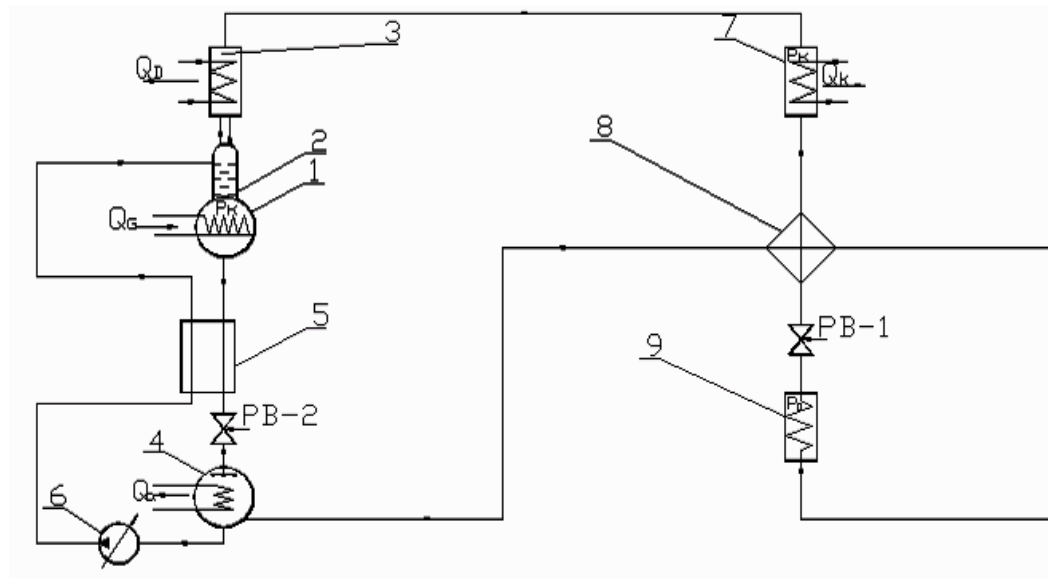
Актуальність в визначенні залежностей типу (4) пов'язана і з активним просуванням на ринку опалювальної техніки сонячних колекторів, серед яких найбільше поширення одержали моделі, які працюють з водою в якості теплоносія.

Недолік їх в комбінованій схемі “сонячний колектор — АВХМ” пов'язаний з обмеженим рівнем температур гріючого джерела (порядка 100 °С).

На ринку сонячних колекторів є і моделі на органічних теплоносіях з робочим рівнем температур до 250 °С, але вони мають велику вартість і вибір їх повинен бути ретельно економічно обґрунтованим.

Для аналізу залежностей $T_h = f(T_w, T_o)$ реальних АВХМ був складений алгоритм розрахунку.

Розглянута традиційна схема АВХМ, яка включає два регенеративних теплообмінники — розчинів і холодильних агентів (рис. 1).



- 1 – генератор; 2 – ректифікатор; 3 – дефлегматор; 4 – абсорбер;
5 – регенеративний теплообмінник розчинів; 6 – насос; 7 – конденсатор;
8 – регенеративний теплообмінник холодильного агента; 9 – випарник

Рис. 1 – Схема АВХМ з двома регенеративними теплообмінниками

Вихідними даними для аналізу являлись:

а) перепад температур між гріючим середовищем і слабким ВАР на генераторі АВХМ — $\Delta t_h = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

б) перепад температур між охолоджуючим середовищем і сильним ВАР в абсорбері — $\Delta t_{w(A)} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

в) перепад температур між охолоджуючим середовищем і конденсатором (виходом дефлегматора) — $\Delta t_{w(K)} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t_{w(D)} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$);

г) перепад температур між випарником і джерелом холоду — $\Delta t_o = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

д) перепад температур між слабким і сильним ВАР на “холодному” кінці регенеративного теплообмінника розчинів — $\Delta t_{TO} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

е) перегрів пару аміаку в регенеративному теплообміннику — $\Delta t_{PTO} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Для визначення термодинамічних і теплофізичних властивостей ВАР використовували довідкові дані [8].

Змінними даними були:

а) температура гріючого середовища — t_h ;

б) температура оточуючого середовища — t_w ;

в) температура об'єкта охолодження — t_{ob} .

В усіх випадках визначались термодинамічні параметри і склад робочого тіла в характерних точках циклу АВХМ:

а) температура конденсації аміаку

$$t_K = t_w + \Delta t_{w(K)}; \quad (5)$$

б) температура кипіння аміаку

$$t_o = t_{id} + \Delta t_f; \quad (6)$$

в) вищий тиск в системі (в генераторі, ректифікаторі, дефлегматорі, конденсаторі)

$$t_K = f_1(t_K); \quad (7)$$

г) нижчий тиск в системі (в випарнику і абсорбері)

$$P_o = f_2(t_o); \quad (8)$$

д) температура слабого ВАР на виході генератора

$$t''_{\bar{n}e(G)} = t_h + \Delta t_h; \quad (9)$$

е) масова частка аміаку в слабкому ВАР на виході генератора

$$\xi'_{\bar{n}e} = f_3(t''_{\bar{n}e(G)}, P_K); \quad (10)$$

ж) температура сильного ВАР на виході абсорбера

$$t''_{e\partial(A)} = t_w + \Delta t_{w(A)}; \quad (11)$$

з) масова частка аміаку в сильному ВАР на виході абсорбера

$$\xi'_{e\partial} = f_4(t''_{e\partial(A)}, P_o); \quad (12)$$

и) масова частка аміаку в паровій суміші на виході генератора – вході дефлегматора

$$\xi'_{G-D} = f_5(t''_{\bar{n}e(G)}, P_K). \quad (13)$$

Основним показником роботоздатності АВХМ була кратність циркуляції ВАР

$$f = \frac{\xi_D - \xi_{\bar{n}e}}{\xi_{e\partial} - \xi_{\bar{n}e}}, \quad (14)$$

де ξ_D , $\xi_{e\partial}$, $\xi_{\bar{n}e}$ — масова доля аміаку в паровій суміші, яка поступає на вхід дефлегматора, слабого ВАР на виході генератора, сильного ВАР на вході в генератор, відповідно.

Алгоритм пошуку робочих режимів АВХМ полягав в наступному.

На першому етапі задавались температури об'єкта охолодження t_o = мінус 30 °C; мінус 15 °C; мінус 5 °C.

Для кожного значення t_o проводився розрахунок з фіксованим значенням t_w із діапазоном 25...43 °C з кроком в 1 °C.

Для заданих значень t_o і t_w проводився розрахунок кратності циркуляції по рівнянню (5) з змінним t_h з кроком в 1 °C.

У випадку, якщо $f > 0$ робили висновок, що режим роботи АВХМ може бути реалізований, а в зворотному випадку, коли $f < 0$ — режим роботи не існує.

Результати розрахунків приведенного алгоритму подані на рис. 2.

Одержані залежності являють собою мінімально необхідні значення температур гріючого середовища для умов роботи реальних АВХМ.

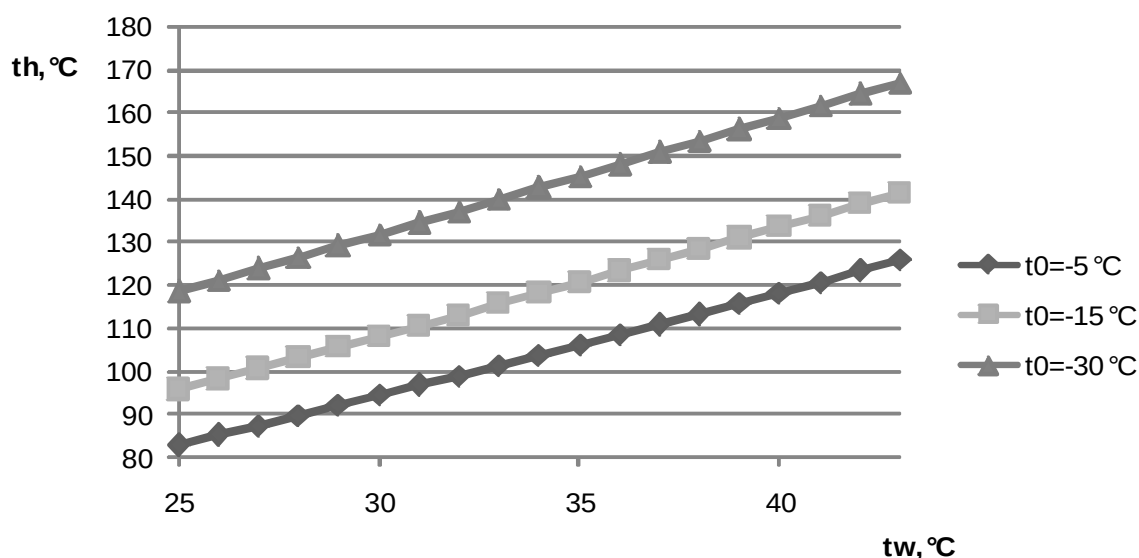


Рис. 2 – Результати розрахунку мінімальної температури гріючого джерела (t_h) в залежності від температур об'єкта охолодження (t_0) і охолоджуючого середовища (t_w)

Аналіз цих результатів показує, що АВХМ в системі з сонячним колектором на воді в якості теплоносія може знайти використання тільки в системах кондиціонування повітря при температурі охолоджуючого середовища не вище $36...37^\circ\text{C}$.

Для роботи в системах охолодження з температурами до мінус 30°C необхідна температура гріючого середовища $140...150^\circ\text{C}$.

Висновки

1. Розроблений оригінальний алгоритм пошуку мінімально необхідної температури гріючого середовища в залежності від температур об'єкта охолодження і охолоджуючого середовища для реальної АВХМ.
2. Сформульовані рекомендації для використання реальних АВХМ в комбінації з сонячними колекторами.
3. В подальших дослідженнях АВХМ, які працюють з низькопотенціальними джерелами теплової енергії, потрібно знайти області робочих параметрів з максимальною енергетичною ефективністю холодильного циклу.

Література

1. Бараненко А.В. Состояние перспективы развития холодильной отрасли в России / А.В. Бараненко, Г.А. Белозеров, О.М. Таганцев и др. // Холодильная техника. – 2009. – №3. – С. 20-24.
2. Бадилькес И.С. Абсорбционные холодильные машины / И.С. Бадилькес, Р.Л. Данилов. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 356 с.
3. Коханський А.І. Перспективи застосування на морських судах абсорбційних холодильних агрегатів (АХА) / А.І. Коханський, Г.М. Редунов, О.С. Тітлов // Наукові праці ОНАХТ/ Мін. Освіти України. – Одеса: 2009. – Вип.35. – т.1. – С. 132-136.
4. Kim D.S., Infatute Ferreira C.A. Air-cooled solar absorption air conditioning // Final report. Novem contract BSE – NEO 0268-02-03-0008. Delft university of technology, 2005. – 230 p.
5. Бамбушек Е.М. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин / Е.М. Бамбушек, Н.Н. Бухарин, Е.Д. Герасимов и др. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 423 с.
6. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 226 с.
7. Sathyabhama A., Ashok Babu T.P. Thermodynamic simulation of ammonia-water absorption refrigeration system // Thermal science. – 2008. – Vol.12. – №3. – pp. 45-53.
8. Богданов С.Н. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник / С.Н. Богданов, О.П. Иванов, А.В. Куприянова // Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.

К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ОБ ЭНЕРГО-ТЕХНИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

Кишкин А.А., д-р техн. наук, профессор; Карасев В.П., канд. техн. наук, профессор;
Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент; Морозов Н. В., аспирант
Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева
Одесская национальная академия пищевых технологий

Предложена схема утилизации низкотемпературного тепла на базе цикла паровой турбины с низкотемпературным рабочим телом. При расчете цикла учитывается зависимость показателя адиабаты от давления и температуры

The chart of utilization of low temperature heat is offered on the base of cycle of steam-turbine with low temperature working body. At the calculation of cycle dependence of index of adiabaty is taken into account on pressure and temperature

Ключевые слова: утилизация, теплота с низким температурным потенциалом, расчет цикла.

В настоящее время вопросы выработки электроэнергии становятся все более актуальными. Это обусловлено ростом стоимости источников энергии (нефть, газ, уголь) и как следствие, растут тарифы.

В ходе повседневной деятельности промышленных предприятий с различными теплоносителями сбрасывается огромное количество тепла, возможность использования которого в рабочем цикле предприятия или объекта в данное время не реализована. Теплоносителями могут являться как сточные воды с температурой близкой к температуре окружающей среды, так и газы, образующиеся при коксовании угля с температурой до 400 °С. В качестве других источников тепловой энергии может использоваться тепло, сбрасываемое различными агрегатами и системами в процессе их работы. Некоторые источники тепла и их рабочий диапазон температур представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Температуры источников тепла,
сбрасываемого различными агрегатами и системами в процессе их работы**

Вид теплоносителя	Температура, °С
Сточные воды	15 – 19
Производственные выбросы газа	250 – 300
Температура от оборудования	30 – 100
Температура газа при коксовании угля	400 – 430
Масло из двигателя ТВЗ-117	80 – 150
Масло из редуктора ВР-14	70 – 80

Энергию источников тепла можно собрать и использовать для решения различных технических и технологических задач при помощи тепловых насосов. В то же время тепловые насосы не позволяют преобразовывать тепловую энергию в электрическую, которую удобно транспортировать на большие расстояния и использовать практически без ограничения в промышленности и быту.

Недостаточно высокие температуры большинства источников бросового тепла и их неразреженное состояние (масло в системах вертолета) не дают возможности использовать тепловую энергию напрямую.

Энергию источников тепла необходимо снимать при помощи низкотемпературных рабочих тел, например, в тепловых насосах. После снятия тепла с источника происходит преобразование тепловой энергии в механическую на лопаточной машине.

Исходя из экологических и экономических соображений, установка должна представлять собой замкнутый контур, т.е. рабочее тело можно использоваться многократно. Поскольку хладагенты являются опасными химическими соединениями, то такая схема позволяет избежать отрицательного воздействия на окружающую среду путем прямого выброса отработавшего хладагента из системы, а также в несколько порядков снижает вероятность техногенного воздействия на человеческий организм.

Для реализации замкнутой схемы необходимо ввести в систему элемент, обеспечивающий циркуляцию рабочего тела в системе. В качестве такого устройства можно использовать насос — для циркуляции рабочего тела в жидкой фазе, или компрессор — для циркуляции хладагента в состоянии перегретого и насыщенного пара. В отличие от насосной системы компрессорная не требует перевода рабочего тела в жидкую фазу после турбины.

Рабочий цикл такой системы, реализованный на хладоне R22 (хлордифторметан) включает в себя четыре традиционных участка (рис. 1).

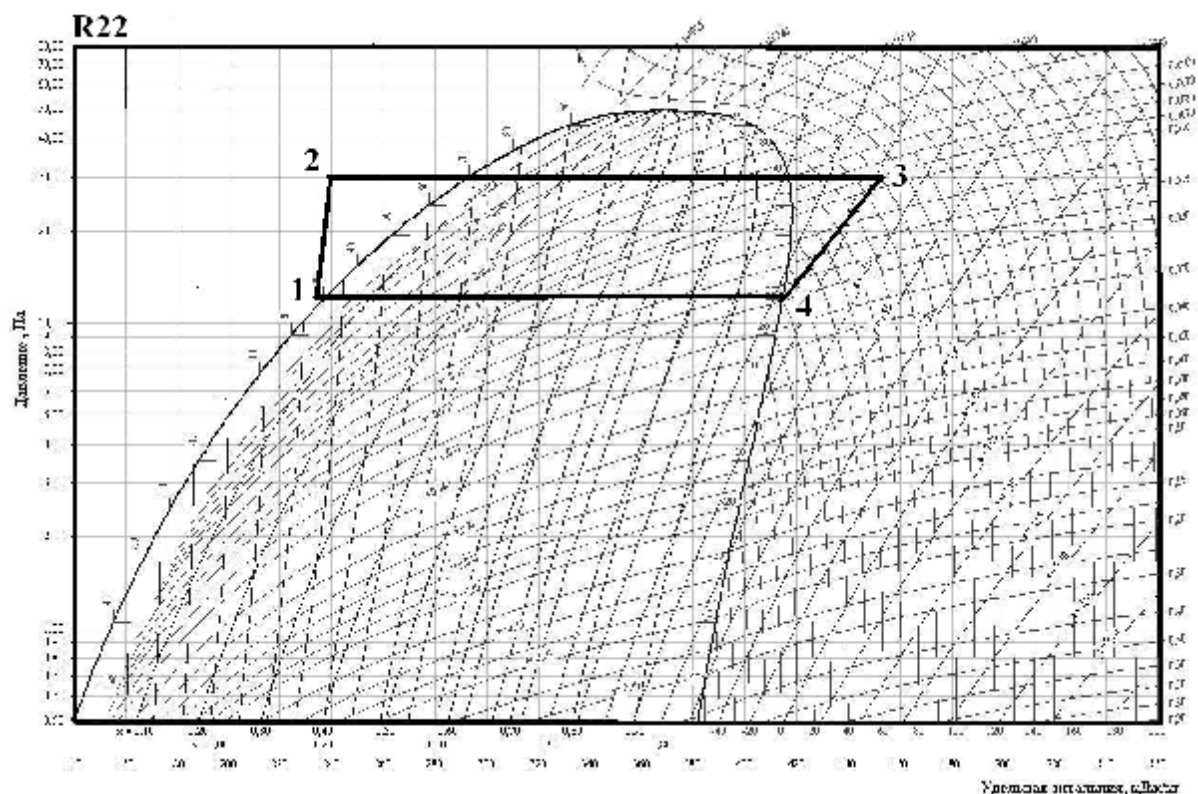


Рис. 1 – Цикл установки в координатах «давление — энтальпия»

На первом участке 1–2 происходит подача рабочего тела насосом в высокотемпературный испаритель, при этом увеличивается давление фреона в системе и незначительно повышается температура за счет потерь на трение.

Второй участок 2–3 показывает испарение и перегрев рабочего тела в испарителе при постоянном давлении в результате отбора тепла от источников энергии.

Третий участок 3–4 соответствует переводу тепловой энергии рабочего тела в механическую энергию на валу турбины, при этом понижается температура и давление.

На четвертом участке 4–1 происходит конденсация рабочего тела до начальных параметров на входе в насос. Основными параметрами, определяющими полезную производительность системы, являются параметры в точках 3 и 4 (рис. 1).

Точка 4 — характеризует начало конденсации рабочего тела и ее положение зависит от типа конденсатора и вещества используемого в качестве рабочего тела. Точка 4 может находиться в области низких, в том числе и отрицательных температур, при использовании низкокипящего рабочего тела. Но энергетически выгоднее использовать воздух окружающей среды и если позволяют условия то и водные ресурсы. Точка 3 — точка оптимального перегрева рабочего тела. Она характеризует оптимальный перегрев рабочего тела при заданном давлении испарения, и выбирается в зависимости от точки 4. Максимальная температура в точке 3 ограничивается предельной температурой конкретного рабочего тела. Исходя из термодинамических параметров рабочего тела в точке 3 можно судить об наиболее подходящих источниках тепла. Так, при использовании в системе воздушного конденсатора (параметры пара в точке 4 составляют при этом 11,8 бар и 34 °C) оптимальное значение температуры в точке 3 составляет около 100 °C при давлении 30 бар. Для такой системы можно использовать все источники тепла с температурой более 110 °C.

Для повышения эффективности работы такой системы можно осуществлять частичный перевод рабочего тела в жидкую фазу, тем самым, увеличивая область использованной энергии переданной при нагреве рабочего тела. Современные паровые турбины могут работать при 20 % жидкой фазы рабочего тела, но данные вопросы требуют дополнительной проработки, поскольку не известно как поведут себя низкотемпературные фреоны в осевой турбине.

Цикл рассчитывался по следующему алгоритму.

Для определения возможности нагрева рабочего тела до необходимых температур и возможности конденсации рассчитывалось уравнение теплового баланса:

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} \cdot (T_1' - T_1'') \cdot \eta = G_2 \cdot c_{p2} \cdot (T_2'' - T_2'),$$

где Q — передаваемая тепловая энергия, Вт;

T_1' и T_2'' — начальная и конечная температура среды, К;

η — коэффициент потерь при теплопередаче.

После расчета теплового баланса рассчитывался термодинамические параметры рабочего тела в турбоприводе и компрессоре.

Для расчета турбопривода системы находится адиабатическая работа:

$$L_{\text{ад}} = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1^* \cdot \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{k-1}{k}}}\right),$$

где $L_{\text{ад}}$ — работа адиабатическая, кДж/кг;

R — газовая постоянная, Дж/(кг·К);

T_1^* — температура газа на входе, К;

P_1 и P_2 — давление газа до и за турбины, Па;

k — показатель изоэнтропы при T_1^* .

Для компрессорной схемы также определяется адиабатическая работа по формуле:

$$L_{\text{ад,с}} = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(\pi_{\text{ад,с}}^{\frac{k-1}{k}} - 1\right).$$

Исходя из значения работы определяется температура торможения (не зависит от потерь в турбине) которая не должна быть ниже температуры конденсации (точка 4)

$$T_{\text{т}} = T_{\text{ад}} - \frac{L_{\text{ад}}}{R \frac{k}{k-1}}$$

где $L_{\text{тнд}}$ — удельная работа на валу, кДж/кг;

$T_{\text{вх}}$ — температура газа на входе, К.

Исходя из адиабатической работы и расхода, определяется мощность на валу для турбопривода и компрессора:

$$N = G \cdot L_{\text{ад}} \cdot \eta.$$

Для определения эффективности установки необходимо найти затраченную мощность на привод насоса:

$$N_{\text{н}} = V \cdot \Delta P,$$

где $N_{\text{н}}$ — мощность потребляемая насосом, Вт;

V — объемный расход, м³/с;

ΔP — перепад давления в насосе, Па.

Так как показатель адиабаты для фреонов меняется в зависимости от температуры и давления (рис. 2), то в расчетах для получения точных значений необходимо учитывать переменный показатель адиабаты.

При расчете компрессорной схемы с учетом переменного показателя адиабаты было выявлено, что при сжатии начинается конденсация рабочего тела в тракте компрессора, что неблагоприятно влияет на лопатки компрессора. Для устранения такого явления необходимо вводить многоступенчатую схему компрессора с подогревом рабочего тела между ступенями.

Результаты расчетов турбины работающей на фреоне R22 при различных способах задания показателя адиабаты представлены на диаграмме (рис. 3). В расчете паровой осевой турбины при введении в расчет переменного показателя адиабаты, точка парожидкостного состояния получается выше, чем при расчете с постоянным показателем.

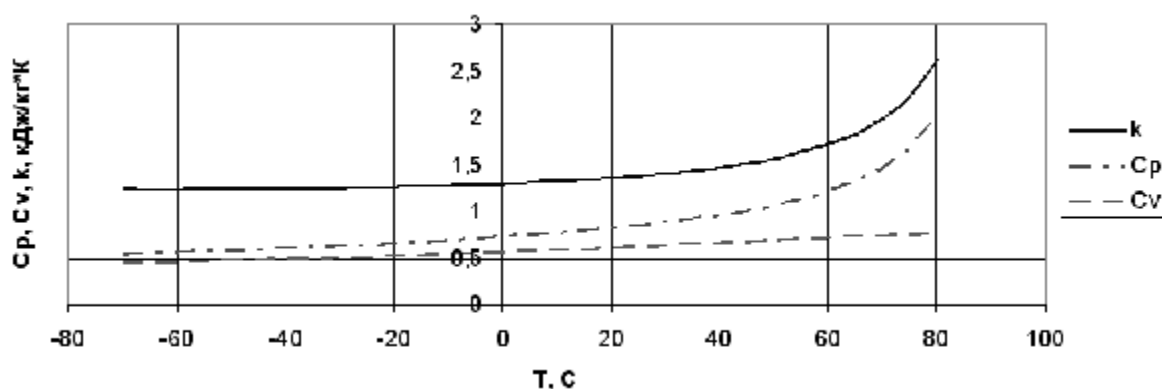


Рис. 2 – Изменение показателя адиабаты

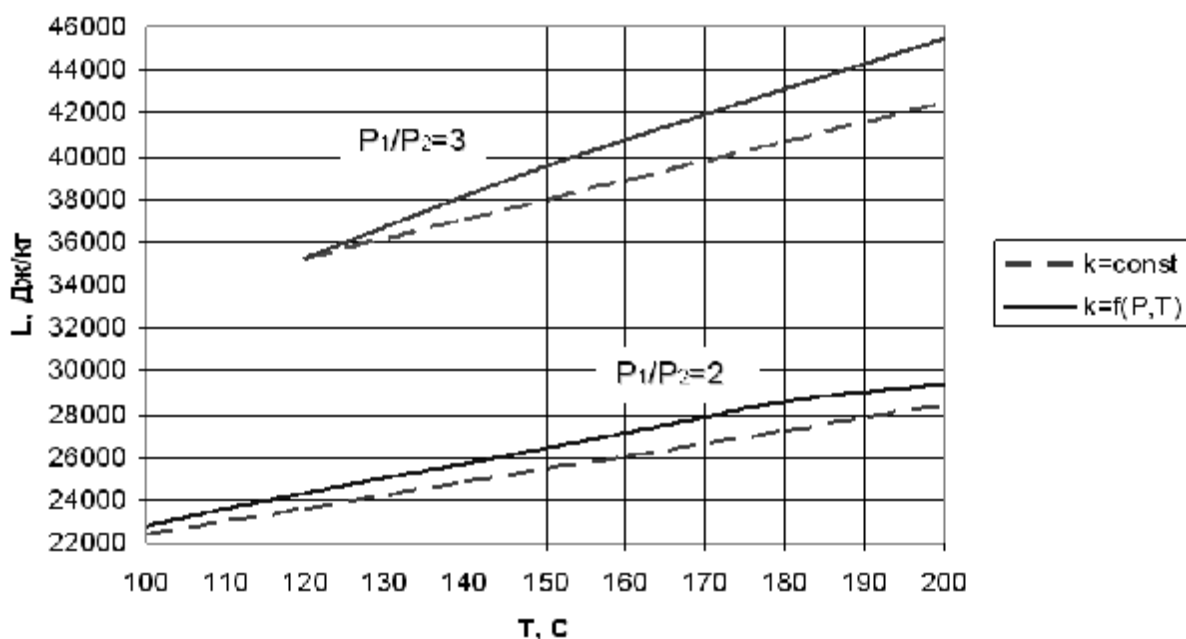


Рис. 3 – Зависимость удельной работы турбины от показателя адиабаты

Циклы паротурбинной установки на низкотемпературном рабочем теле, рассчитанные с постоянным и переменным показателями адиабаты, представлены на рис. 4.

Для реализации представленного утилизационного цикла необходимо создать схему (рис. 5) установки состоящую из емкости с рабочим телом, насоса, испарителя, турбогенератора, конденсатора.

В качестве рабочего тела в такой системе рассматривается R22, по своим физико-химическим характеристикам наиболее подходящий для данной системы и широко использующийся в современной холодильной технике.

Поскольку хладагенты имеют высокую текучесть то на основании этого уделено особое внимание обеспечению герметичности системы.

Вывод

Предложена схема теплоутилизационной установки и алгоритм ее расчета, учитывающий влияние на численные значения показателя адиабаты температуры и давления в системе.

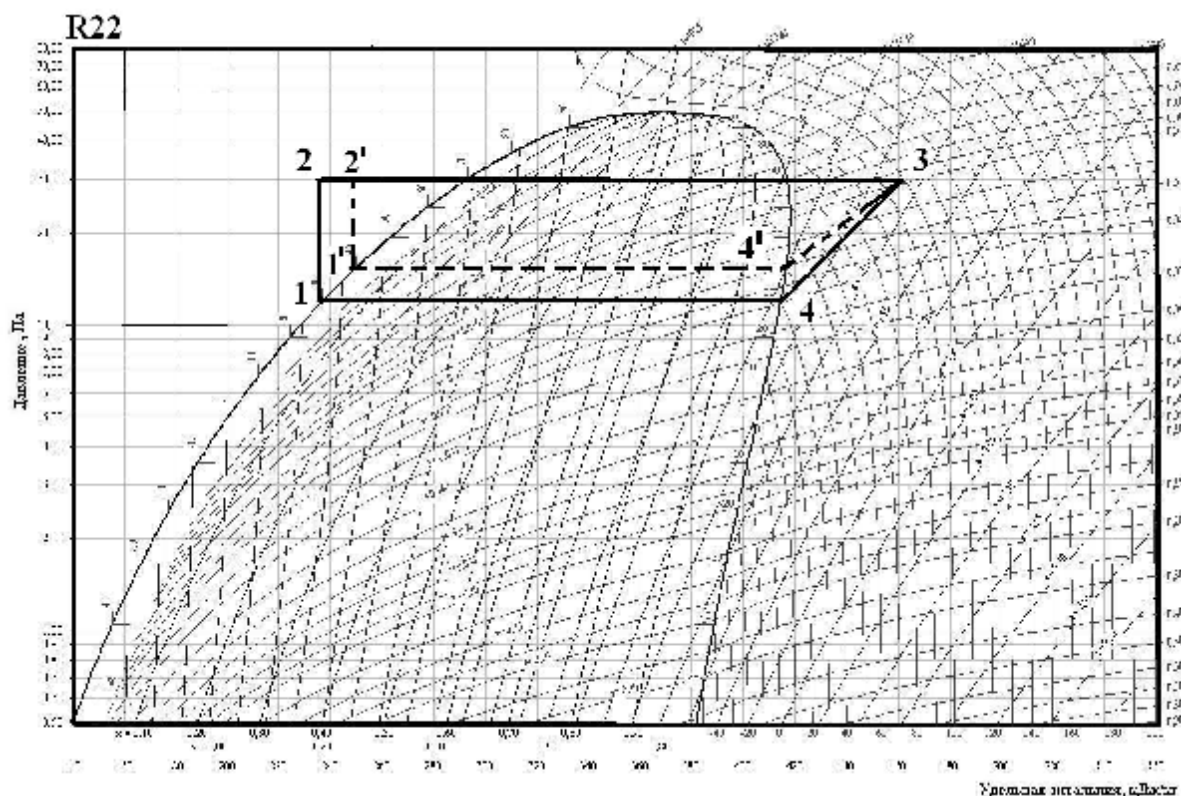


Рис. 4 – Циклы паротурбинной установки, рассчитанной с постоянным и переменным показателями адиабаты

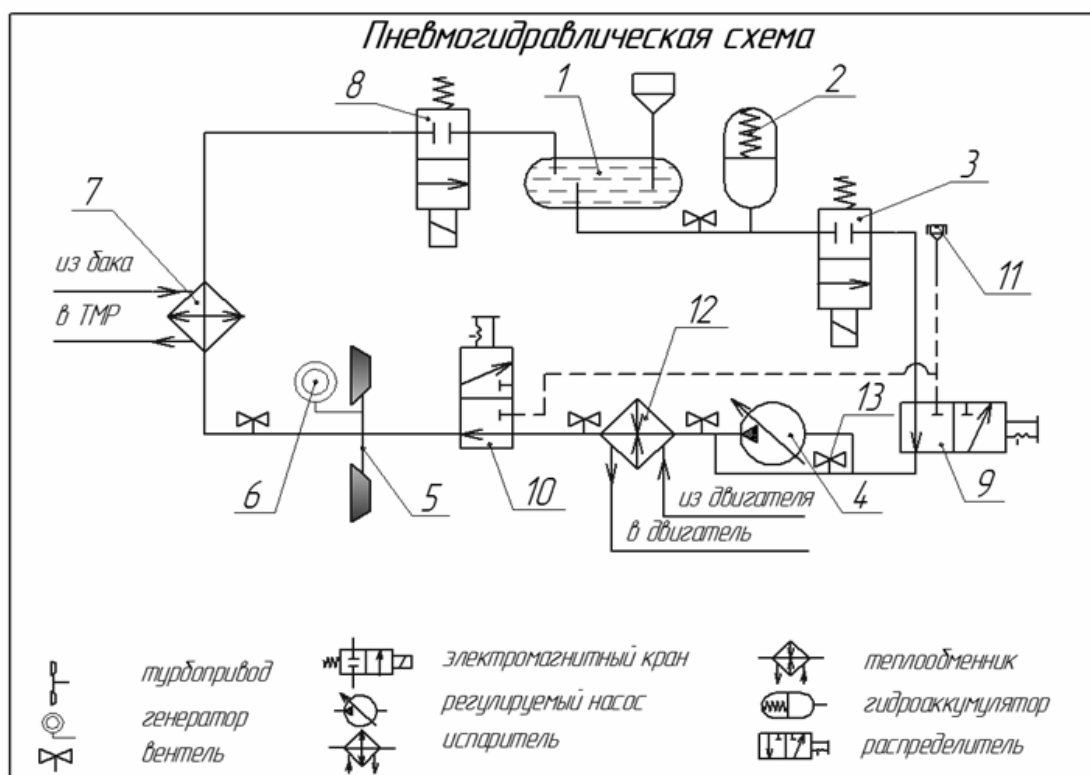


Рис. 5 – Пневмогидравлическая схема системы при использовании в качестве источника тепла маслосистему вертолета

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ФАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Мелкозеров М.Г., Делков А.В.

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени М.Ф. Решетнева

Разработана программа расчёта проточной части камеры разделителя фаз, позволяющая оценить геометрические и гидрогазодинамические параметры разделенного закрученного потока в зависимости от геометрических и режимных параметров разделителя, оценить диапазон изменения геометрических и режимных параметров устойчивого разделения фаз

The program of calculation of running part of chamber of delimiter of phases is developed, allowing to estimate the geometrical and parameters of liquid and gas of a part involute stream depending on the geometrical and regime parameters of delimiter, to estimate the range of change of geometrical and regime parameters of steady division of phases

Ключевые слова: разделитель фаз, моделирование, газовый вихрь.

В связи с устойчивой тенденцией возрастания выделяемой тепловой мощности в современной технике проблема терморегулирования приобретает особое значение. Использование в системе терморегулирования (СТР) теплоносителя без фазового перехода достигло разумных ограничений по массовым и габаритным характеристикам системы в целом. Использование теплоносителя с переходом жидкой фазы в газообразную улучшает характеристики СТР, однако, требует решения порождаемых при этом научно-технических проблем, связанных с функционированием гидравлических систем с двухфазной средой. Надежное и эффективное фазоразделение возможно для данной системы лишь в поле центробежных сил. Закручивание потока производится двумя способами: внешняя закрутка вращающимся диском и тангенциальный подвод потока в круглую трубу. При внешней активации необходим дополнительный электропривод в системе, что снижает её надёжность и ресурс безотказной работы. Закрученный поток в круглой трубе — основа рабочего процесса центробежного фазоразделителя. На сегодняшний день не существует надёжных методик, позволяющих разработчику оценить область существования газовой фазы в диапазоне изменения геометрических и режимных параметров фазоразделителя.

Поток в камере фазоразделителя условно разделяется на двухфазное ядро и пограничный слой толщиной δ (рис. 1). Движение двухфазного потока имеет ряд особенностей. Эти особенности связаны, прежде всего, с гидромеханическим взаимодействием фаз между собой и с неподвижной стенкой камеры фазоразделителя.

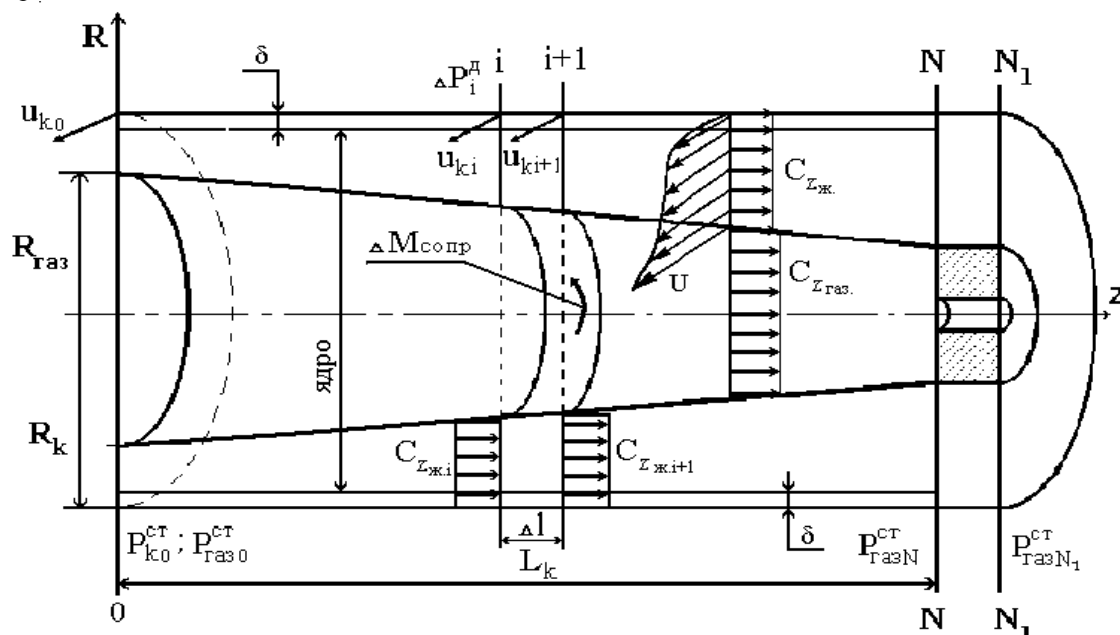


Рис. 1 – Схема движения закрученного потока в фазоразделителе

Для создания математической модели закрученного потока в камере фазоразделителя как исходная используется система уравнений импульсов турбулентного пространственного пограничного слоя (ППС) в проекциях на естественную систему координат (1). Для решения этой системы уравнений были сделаны следующие допущения: закон распределения окружной составляющей скорости принимается $UR = \text{const}$ (закон “свободного вихря”) [1], течение осесимметрично и происходит в турбулентном режиме; свойства жидкости (плотность и вязкость) постоянны; жидкость течет по гидравлически гладким поверхностям.

Рассмотрим уравнения импульсов турбулентного ППС в проекциях на естественную систему координат φ и ψ (ось φ совпадает с нормалью на стенку линии тока ядра потока на толщине пограничного слоя δ , ось ψ ортогональна оси φ (рис. 2)):

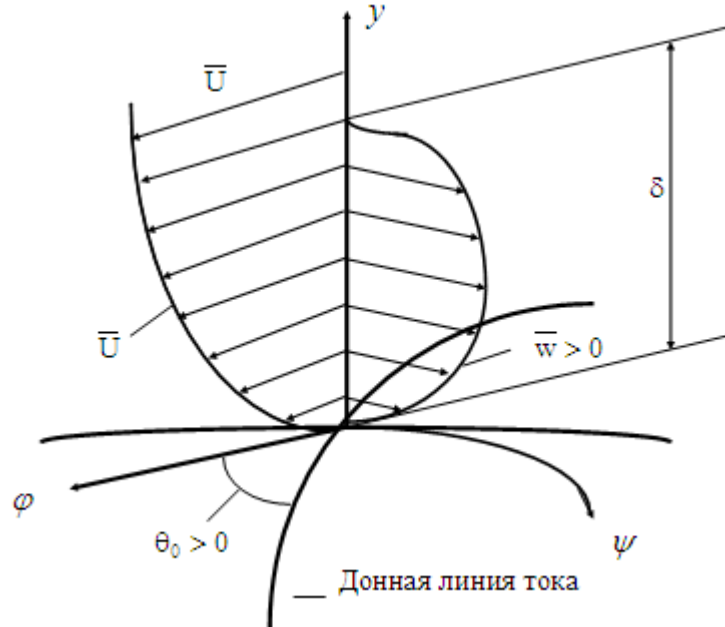


Рис. 2 – Схема течения в естественной системе координат

$$\begin{aligned} & \frac{1}{H_\varphi} \frac{\partial \delta_\varphi^{**}}{\partial \varphi} + \frac{1}{H_\varphi U} \frac{\partial U}{\partial \varphi} (2\delta_\varphi^{**} + \delta_\varphi^* - \delta) + \frac{1}{H_\psi} \frac{\partial \delta_{\varphi\psi}^{**}}{\partial \psi} + \frac{1}{H_\psi U} \frac{\partial U}{\partial \psi} (2\delta_{\varphi\psi}^{**} - \delta_\psi^*) + \\ & + \frac{1}{H_\varphi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \varphi} (\delta_\varphi^{**} + \delta_\psi^{**}) + \frac{1}{H_\varphi H_\psi} \frac{\partial H_\varphi}{\partial \psi} (2\delta_{\varphi\psi}^{**} + \delta_\psi^*) = \frac{1}{\rho H_\varphi U^2} \frac{\partial P}{\partial \varphi} \delta + \frac{\tau_{0\varphi}}{\rho U^2}; \\ & \frac{1}{H_\psi} \frac{\partial \delta_\psi^{**}}{\partial \psi} + \frac{1}{H_\varphi} \frac{\partial \delta_{\psi\varphi}^{**}}{\partial \varphi} + \frac{2\delta_{\psi\varphi}^{**}}{H_\varphi U} \frac{\partial U}{\partial \varphi} + \frac{2\delta_\psi^{**}}{H_\psi U} \frac{\partial U}{\partial \psi} + \frac{2\delta_{\psi\varphi}^{**}}{H_\varphi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \varphi} + \\ & + \frac{1}{H_\varphi H_\psi} \frac{\partial H_\varphi}{\partial \psi} (\delta_\psi^{**} + \delta_\varphi^{**} + \delta_\varphi^* - \delta) = -\frac{1}{\rho H_\psi U^2} \frac{\partial P}{\partial \psi} \delta - \frac{\tau_{0\psi}}{\rho U^2}. \end{aligned} \quad (1)$$

В решении переходим от естественных к цилиндрическим координатам $\psi = R$ и $\varphi = \alpha$. Из принятых допущений учтём, что течение осесимметрично и, следовательно, члены $\partial/\partial \alpha$ равны нулю; $UR = C = \text{const}$; коэффициенты Ламэ для цилиндрических координат $H_\varphi = H_R = 1$; производная для коэффициента

$$\frac{\partial H_\varphi}{\partial \psi} = \frac{\partial H_\alpha}{\partial R} = \frac{\partial R}{\partial R} = 1.$$

Преобразуя систему (1), получаем

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \delta_{\alpha R}^{**}}{\partial R} + \frac{R}{C} \frac{\partial (C/R)}{\partial R} (\delta_R^* - 2\delta_{\alpha R}^{**}) + \frac{1}{R} (\delta_R^* - 2\delta_{\alpha R}^{**}) = \frac{\tau_{0\alpha}}{\rho U^2}; \\ & \frac{\partial \delta_R^{**}}{\partial R} + \frac{2\delta_R^{**}}{C} \frac{\partial (C/R)}{\partial R} + \frac{1}{R} (\delta_R^{**} + \delta_\alpha^{**} + \delta_\alpha^* - \delta) = -\frac{R^2}{\rho C^2} - \frac{\rho C^2}{R^3} \delta - \frac{\tau_{0R}}{\rho U^2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Взяв производные окружной скорости и произведя необходимые сокращения, приведём систему (2) к более простому виду

$$\frac{\partial \delta_{\alpha R}^{**}}{\partial R} = \frac{\tau_{0\alpha}}{\rho U^2}$$

$$\frac{\partial \delta_R^{**}}{\partial R} + \frac{1}{R} (\delta_R^{**} + \delta_{\alpha}^{**} + \delta_{\alpha}^{*} - \delta) = -\frac{\tau_{0R}}{\rho U^2}. \quad (3)$$

Система дифференциальных уравнений (3) имеет семь неизвестных функций при двух уравнениях. Используя рекомендации [2] сократим число неизвестных функций. Примем допущения, что выражение для окружной составляющей напряжения имеет вид, как и для плоского турбулентного пограничного слоя:

$$\frac{\tau_{0\alpha}}{\rho U^2} = 0,01256 (\text{Re}^{**})^{-0,25} = 0,01256 \left(\frac{U \delta_{\alpha}^{**}}{\nu} \right)^{-0,25} = 0,01256 \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25}, \quad (4)$$

где δ_{α}^{**} — толщина потери импульса в окружном направлении;

ν — вязкость жидкости;

ρ — плотность жидкости;

U — скорость в ядре потока на границе с ПС.

Для радиальной составляющей имеем $\tau_{0R} = \varepsilon \tau_{0\alpha}$, где ε — тангенс угла, определяющего направление данных линий тока и напряжения на стенке. Введём относительные существенно положительные величины

$$I = \frac{\delta_{\alpha R}^{**}}{\varepsilon \delta_{\alpha}^{**}}; K = \frac{\delta_R^{**}}{\varepsilon \delta_{\alpha}^{**}}; L = \frac{\delta_R^{**}}{\varepsilon^2 \delta_{\alpha}^{**}}; H = \frac{\delta_{\alpha}^{*}}{\delta_{\alpha}^{**}}, \quad (5)$$

которые для практических расчётов считаются постоянными. Сделаем указанную подстановку и возьмём производные

$$I \cdot \left(\delta_{\alpha}^{**} \frac{\partial \varepsilon}{\partial R} + \varepsilon \frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} \right) = 0,01256 \cdot \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25};$$

$$K \cdot \left(2 \delta_{\alpha}^{**} \varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial R} + \varepsilon^2 \frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} \right) + \frac{1}{R} (\delta_{\alpha}^{**} + H \delta_{\alpha}^{**} - L \varepsilon^2 \delta_{\alpha}^{**}) = -0,01256 \cdot \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25}.$$

Для закона распределения продольной $\bar{U} = (y/\delta)^{1/7}$ и поперечной скорости $\bar{W} = I\omega/\varepsilon \bar{U} = \bar{U}(1 - \bar{U})^3$ в ППС, согласно [2], имеем значения $H = 1,28$; $I = 0,46$ и $K = 2,46$. Выполняя преобразования системы (5), получаем систему дифференциальных уравнений из двух уравнений с двумя неизвестными: ε — тангенс угла скоса донных линий тока и δ_{α}^{**} — толщина потери импульса в окружном направлении

$$0,46 \delta_{\alpha}^{**} \frac{\partial \varepsilon}{\partial R} + 0,46 \varepsilon \frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} = 0,01256 \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25};$$

$$1,6 \delta_{\alpha}^{**} \varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial R} + 0,8 \varepsilon^2 \frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} + \frac{\delta_{\alpha}^{**}}{R} (2,28 - 0,8 \varepsilon^2) = 0,01256 \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25}. \quad (6)$$

Проанализировав систему (6) квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка по методу характеристик [3], получаем, что направление характеристик двух семейств совпадают и равны нулю. Последнее означает, что при $\partial/\partial \alpha = 0$ характеристика системы (6) совпадает с координатной осью R .

Выразим явно производные в системе (6)

$$\frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} = 0,0703 \varepsilon^{-1} \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25} + \frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} (2,853 \varepsilon^{-2} - 1);$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial R} = \frac{1}{\varepsilon R} (\varepsilon^2 - 2,853) \frac{0,043}{\delta_{\alpha}^{**}} \left(\frac{C \delta_{\alpha}^{**}}{R \nu} \right)^{-0,25}. \quad (7)$$

На характеристике дифференциальное уравнение вырождается в дифференциальное соотношение. Анализ показывает, что при $\varepsilon = 1,689$ дифференциальное соотношение терпит разрыв. Следовательно, можно сделать вывод, что второе уравнение системы (7) вырождается в значение функции в точке разрыва $\varepsilon = 1,689$.

Проведённые испытания по визуализации донных линий тока по торцевой поверхности фазоразделителя показывают, что угол скоса донных линий тока не зависит от радиуса и практически равен расчётной величине $\theta_0 \approx 59,37^\circ$ ($\text{tg } \theta_0 = \varepsilon = 1,689$),

Выполняя преобразования системы (7) при $\varepsilon = 1,689$, получим обыкновенное дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными

$$\frac{\partial \delta_{\alpha}^{**}}{\partial R} = 0,04156^{-1} \left(\frac{C}{v} \right)^{-0,25} \left(\frac{\delta_{\alpha}^{**}}{R} \right)^{-0,25}. \quad (8)$$

После интегрирования при граничных условиях на входе $R_0 = 0$; $\delta_{\alpha 0}^{**} = 0$ находим аналитическое выражение для толщины потери импульса

$$\delta_{\alpha}^{**} = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{C} \right)^{0,2} \cdot R = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{U} \right)^{0,2} \cdot R^{0,8}. \quad (9)$$

По выражению (9) можно оценить толщину потери импульса и, следовательно, напряжение трения на цилиндрической стенке трубы. Если по длине радиус трубы постоянен, значит, δ_{α}^{**} зависит от величины $C = UR$, которая уже не остаётся постоянной, поскольку окружная скорость уменьшается по длине из-за подтормаживания стенкой.

Задача интегрирования уравнений движения закрученного двухфазного потока рассматривается при наличии обязательных начальных условий: $p_{e0}^{\tilde{n}\tilde{o}}$ — статическое давление на радиусе R_k ; $p_{e0}^{\tilde{i}\tilde{e}}$ — полное давление на радиусе R_k ; $p_{a\tilde{a}\tilde{c}0}^{\tilde{n}\tilde{o}}$ — статическое давление газа на осевой линии в нулевом сечении. Радиус камеры должен быть задан — R_k , массовый расход газа и жидкости считаются заданными и постоянными величинами.

В общем случае задача взаимодействия фаз в закрученном потоке описывается семью обыкновенными уравнениями.

Блок уравнений, описывающих движение газового вихря, состоит из трёх уравнений. Уравнение состояния:

$$\frac{p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{cm}}{\rho_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}} = RT, \quad (10)$$

где R — универсальная газовая постоянная;

T — температура газа, считаются заданными величинами.

В уравнении энергии газового потока учитывается только осевая скорость и считается, что газ в осевом направлении течёт без потерь:

$$p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{\tilde{i}\tilde{e}} = \frac{\rho_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}} C_{z\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^2}{2} + p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{\tilde{n}\tilde{o}} = \text{const}, \quad (11)$$

где константа рассчитывается по параметрам газа в нулевом сечении.

Уравнение неразрывности для газового потока:

$$C_{z\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}} = \frac{\dot{m}_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}}{F_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}} \rho_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}}. \quad (12)$$

Эти уравнения определяют давление, плотность и скорость газа в любом сечении газового потока, если известны принятые константы $p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{\tilde{i}\tilde{e}}$, $\dot{m}_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}$ и площадь потока — $F_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}$.

Для расчётного удобства преобразуем уравнения (10, 11, 12) в квадратное уравнение:

$$(RT) \rho_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^2 - p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{\tilde{i}\tilde{e}} \rho_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}} + \frac{\dot{m}_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^2}{2 F_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^2} = 0. \quad (13)$$

Формальным параметром, через который жидкостное кольцо влияет на течение газового потока, является площадь проходного сечения газового вихря — $F_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}$ в уравнении силового баланса

$$F_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}} = F_{\tilde{e}} \frac{p_{\tilde{e}}^{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{e}}}{p_{\tilde{e}}^{\tilde{i}\tilde{e}} - p_{\tilde{a}\tilde{a}\tilde{c}}^{\tilde{n}\tilde{o}}}, \quad (14)$$

которое для замкнутости системы уравнений дополняется уравнениями энергии и неразрывности для жидкостного кольца. Уравнение энергии, учитывающее скорость в динамическом давлении на радиусе R_k

$$p_{\dot{e}}^{\ddot{i}\ddot{e}} = p_{\dot{e}}^{\ddot{n}\ddot{o}} + p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} \\ p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} = \frac{\rho_{\dot{e}} U_{\dot{e}}^2}{2}, \quad (15)$$

где $\rho_{\dot{e}}$ — плотность жидкостной фазы.

Если не учитывать осевую составляющую скорость потока в жидком кольце, то уравнением (15) можно заключить сумму уравнений.

Однако, пренебрегая энергетическими потерями от осевой составляющей, необходимо обратить внимание, что при изменении площади проходного сечения жидкостного кольца, осевая скорость $C_{z\dot{e}}$ существенно изменяет статическое давление потока по уравнению Бернулли

$$p_{\dot{e}}^{\ddot{n}\ddot{o}} + \frac{\rho_{\dot{e}} \tilde{N}_{z\dot{e}}^2}{2} = const, \quad (16)$$

где константа вычисляется по параметрам потока в нулевом сечении. Уравнение неразрывности для жидкостного кольца в поперечном сечении запишется:

$$C_{z\dot{e}} = \frac{\dot{m}_{\dot{e}}}{(F_{\dot{e}} - F_{\dot{a}\dot{d}\dot{c}})\rho_{\dot{e}}}. \quad (17)$$

Следует обратить внимание, что система уравнений (10...17) является замкнутой и определяет параметры газожидкостного потока в любом сечении, если известен параметр $p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} = \frac{\rho_{\dot{e}} U_{\dot{e}}^2}{2}$ — динамическое давление в окружном направлении.

Чтобы перейти при интегрировании от рассматриваемого сечения к последующему, необходимо определить изменение $\Delta p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i}$ — динамического давления. Очевидно, что оно будет уменьшаться, т.к. закрученный поток под действием вязкости будет терять свою закрутку. Потеря мощности при прохождении расхода жидкости через элементарный объём на длине Δl определится

$$N = \frac{\Delta p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} \dot{m}_{\dot{e}}}{\rho_{\dot{e}}},$$

с другой стороны: потеря мощности на элементарном объёме запишется

$$N = 2\pi \Delta l U_{\dot{e}} R_{\dot{e}} (U_{\dot{e}} \tau_{\alpha} + \tilde{N}_{z\dot{e}} \tau_z),$$

где τ_{α} — напряжение трения на стенке в окружном направлении. Сопоставляя оба выражения, запишем конечную форму для потери динамического давления на шаге интегрирования Δl :

$$\Delta p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} = \frac{2\pi \rho_{\dot{e}} \tau_{\alpha} \Delta l U_{\dot{e}} R_{\dot{e}}}{m_{\dot{e}}}, \quad (18)$$

где $\tau_{\alpha} = 0,01256 \left(\frac{U_{\dot{e}} \delta_{\alpha}^{**}}{\nu} \right)^{-0,25} \cdot \rho_{\dot{e}} U_{\dot{e}}^2$, τ_z — напряжение трения на стенке в осевом направлении,

δ_{α}^{**} — толщина потери импульса.

Сопоставляя оба выражения, запишем конечную форму для потери динамического давления на шаге интегрирования:

$$\Delta p_{\dot{e}}^{\ddot{a}\ddot{e}i} = \frac{(U_{\dot{e}} \tau_{\alpha} + U_{\dot{e}} \tau_z) 2\pi \rho_{\dot{e}} \Delta l R_{\dot{e}}}{\dot{m}_{\dot{e}}}, \quad (19)$$

где $\tau_{\alpha} = 0,01256 \left(\frac{U_{\dot{e}} \delta_{\Sigma}^{**}}{\nu} \right)^{-0,25} \cdot \rho_{\dot{e}} U_{\dot{e}}^2$; $\tau_z = 0,01256 \left(\frac{C_{z\dot{e}} \delta_{\Sigma}^{**}}{\nu} \right)^{-0,25} \cdot \rho_{\dot{e}} C_{z\dot{e}}^2$.

Основной характеристикой пограничного слоя является толщина потери импульса, которая зависит от полной скорости. Для сложного трехмерного течения в торцевой полости необходимо определить суммарную толщину потери импульса δ_{Σ}^{**} из условия, что сумма количества движения окружного и расходного равна количеству суммарного движения.

$$(U_{\varepsilon}^2 + \tilde{N}_z^2) \delta_{\Sigma}^{**} = \delta_{\alpha}^{**} U_{\varepsilon}^2 + \delta_z^{**} C_{z\alpha}^2,$$

где δ_{α}^{**} и δ_z^{**} — толщины потери импульса в окружном и осевом направлениях.

Согласно рекомендациям [1; 3]:

$$\delta_{\alpha}^{**} = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{U_{\varepsilon}} \right)^{-0,2} R^{0,8}; \quad \delta_z^{**} = 0,036 \cdot \left(\frac{\tilde{N}_z}{v} \right)^{-0,2} L_{\varepsilon}^{0,8}.$$

Тогда суммарная толщина потери импульса на стенке:

$$\delta_{\Sigma}^{**} = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{U_{\varepsilon}} \right)^{-0,2} R^{0,8} \frac{U_{\varepsilon}^2}{U_{\varepsilon}^2 + \tilde{N}_z^2} + 0,036 \left(\frac{C_z}{v} \right)^{-0,2} L_{\varepsilon}^{0,8} \frac{C_z^2}{U_{\varepsilon}^2 + \tilde{N}_z^2}. \quad (20)$$

Теоретически интегрирование параметров газового вихря можно вывести до бесконечной длины, при условии, что его давление может падать до нуля, а скорость расти до бесконечности. В действительности длина камеры ограничена, а гидравлический тракт за камерой фазоразделителя не позволяет давлению падать ниже определённой величины, обеспечивающий заданный расход газа. В разработанной математической модели последующий гидравлический тракт заменяется дроссельным отверстием. Снижение закрутки по длине силами вязкости приводит к уменьшению проходного сечения газового вихря и как следствие к увеличению скорости и снижению давления. Очевидно, что давление газового вихря не может быть ниже, чем давление $P_{\alpha\alpha\zeta N}^{\tilde{n}\delta}$ перед дроссельной щелью. Если $P_{\alpha\alpha\zeta N}^{\tilde{n}\delta}$ достигается на длине меньшей, чем длина камеры, это значит, что теоретически газовый вихрь, обжимаемый жидкостным кольцом, должен разрушаться.

Экспериментальные и теоретические исследования проводились в два последовательных этапа. На первом этапе исследовался закрученный жидкостный поток, с целью тестирования важнейшего элемента алгоритма, определяющего изменение окружной динамической составляющей напора по длине камеры закручивания, под действием вязкости в пограничном слое на стенке.

Исследования закрученного жидкостного потока проводились на установке (камера закручивания), выполненной из алюминиевой трубы круглого сечения длиной 260 мм и внутренним диаметром $d_k = 54$ мм, рабочее тело — вода.

По длине камеры измерялось статическое и полное давление на стенке, по разнице давлений рассчитывалась окружная составляющая скорости. Расход изменялся в диапазоне от 0,1 до 0,65 кг/с, при этом окружные скорости на входе изменялись в диапазоне 3,26...16,9 м/с, полное давление 0,32...1,24 МПа.

Затем, на втором этапе, на визуализационном стенде исследовался фазоразделённый газожидкостный поток, определялись основные зависимости между геометрическими и режимными параметрами.

Для визуализации течения двухфазного закрученного потока использовался фазоразделитель в виде прозрачной трубы с длиной камеры 600 мм и внутренним диаметром 44 мм. Для того чтобы обеспечить закрутку двухфазная смесь подводилась тангенциально. Разделение фаз происходило в плоскости подвода смеси. Расход газа изменялся в диапазоне $3,45 \cdot 10^{-4}$... $1,58 \cdot 10^{-3}$ кг/с, расход жидкости для измерения диаметра газового вихря поддерживался постоянным — 0,51 кг/с, а для измерении длины устойчивого существования изменялся в диапазоне 0,0978...0,2815, при этом расход газа поддерживался постоянным — $3,45 \cdot 10^{-4}$ кг/с. Измерялись параметры газожидкостного потока на входе и выходе камеры фазоразделителя, необходимые как исходные данные для расчётного алгоритма.

Далее производилось фотографирование и по снимкам измерялся диаметр и длина устойчивого существования газового вихря (рис. 3).

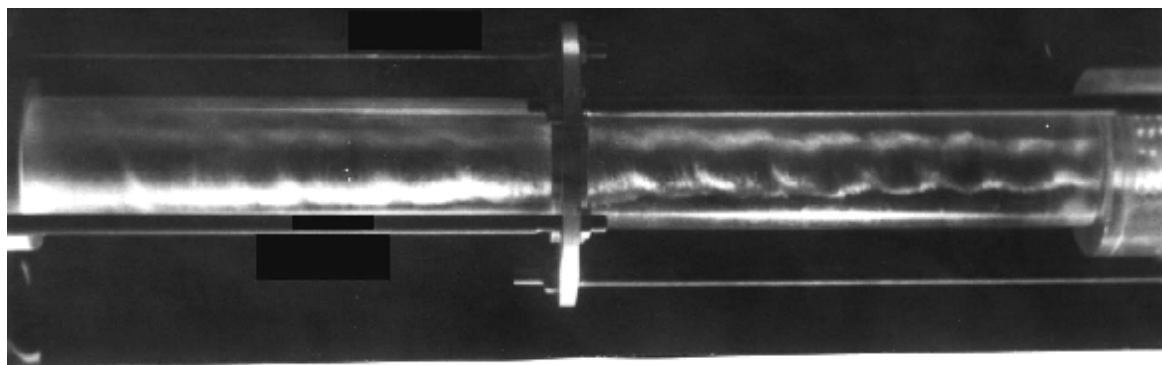


Рис. 3 – Изменение диаметра газового вихря по длине фазоразделителя

Необходимо отметить, что диаметр газового вихря при постоянном газосодержании уменьшается по длине камеры фазоразделителя из-за уменьшения закрутки жидкости, вызванного подтормаживающим действием стенки. При уменьшении газосодержания интенсивность закрутки снижается, диаметр газового вихря по длине камеры, соответственно, уменьшается.

По результатам расчёта и эксперимента получена зависимость длины газового вихря от расхода жидкости, что физически соответствует окружной скорости жидкости в начальном сечении. Таким образом, длина существования закрученного двухфазного потока в круглой трубе однозначно зависит от закрутки потока в начальном сечении, уменьшение закрутки уменьшает длину вихря.

Данная методика также учитывает изменение осевой скорости газа и жидкости по длине камеры фазоразделителя. При уменьшении расхода, осевая скорость газа падает, а осевая скорость жидкости остаётся почти без изменения.

Разработанная математическая модель позволяет не только рассчитать номинальный режим работы фазоразделителя, но и спрогнозировать возможные случаи отказов и заранее принять меры по устранению выявленных недостатков при его проектировании.

Вывод

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований была разработана программа расчёта проточной части камеры фазоразделителя, позволяющая оценить геометрические и гидродинамические параметры фазоразделенного закрученного потока в зависимости от геометрических и режимных параметров фазоразделителя, оценить диапазон изменения геометрических и режимных параметров устойчивого фазоразделения.

Литература

1. Краев М.В., Кишкин А.А., Сизых Д.Н. Гидродинамика малорасходных насосных агрегатов. – Красноярск: САА, 1998.
2. Степанов Г.Ю. Гидродинамика решеток турбомашин. – М.: Физматгиз, 1962.
3. Турчак Л.И. Основы численных методов. – М.: Наука, 1987.

УДК 536.24

ДИНАМИКА ТУРБУЛЕНТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ С ПОПЕРЕЧНЫМ ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ

Кишкин А.А., д-р техн. наук, профессор; Черненко Д.В., канд. техн. наук, доцент;
Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент; Смирнов П.Н., аспирант
Сибирский государственный аэрокосмический университет им. ак. М.Ф. Решетнева
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рассмотрена система дифференциальных уравнений пространственного пограничного слоя в несжимаемой жидкости на криволинейной стенке в общем случае при наличии продольного и поперечного градиентов давления. В предлагаемой записи уравнения импульсов сохранены члены с производной $\partial p / \partial \varphi$, что позволяет интегрировать уравнения в случае непотенциального внешнего потока по поверхности любой формы.

The system of differential equalizations of spatial boundary layer is considered in an incompressible liquid on a curvilinear wall in general case at presence of longitudinal and transversal gradients of pressure. In the offered record of equalization of impulses members are stored with to $\partial p / \partial \varphi$, that allows to integrate equalizations in the case of unpotential external stream on the surface of any form.

Ключевые слова: пространственный пограничный слой, несжимаемая жидкость, криволинейная стенка, продольный и поперечный градиенты давления.

При исследовании пространственных течений используют различные системы координат. Такой подход не только упрощает описание картины течения, но иногда просто необходим: от выбора системы координат зависит возможность разделения переменных в дифференциальных уравнениях и удовлетворения граничным условиям [1-5].

Выберем для расчёта ортогональную естественную систему координат φ , ψ , y в соответствии с рис. 1. Ось y направлена по нормали к стенке, ось φ совпадает с нормальной на стенку линии тока ядра потока на толщине пограничного слоя δ , ось ψ ортогональна оси φ [5].

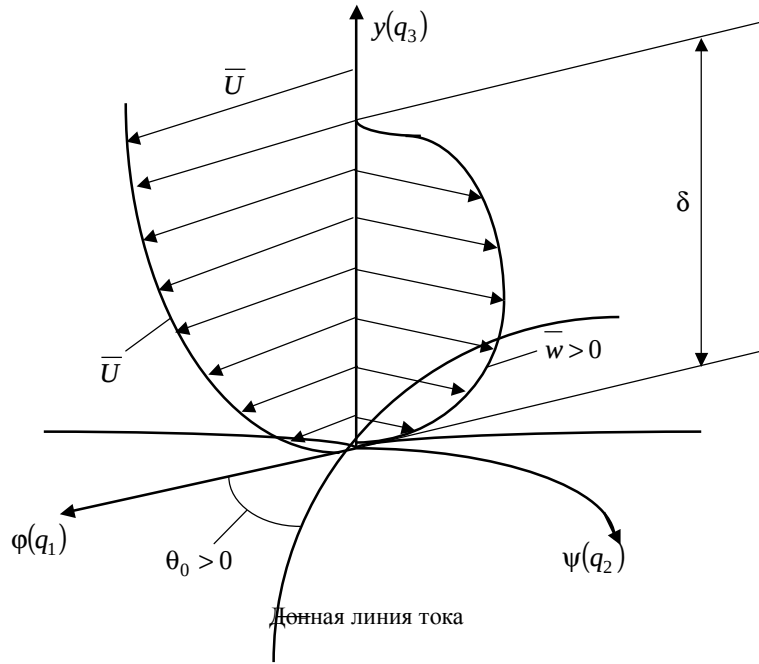


Рис. 1 – Схема течения в естественной системе координат

Рассмотрим исходную систему дифференциальных уравнений пространственного пограничного слоя в несжимаемой жидкости на криволинейной стенке в общем случае при наличии продольного и поперечного градиентов давления:

$$\begin{aligned} \frac{u}{H_\phi} \frac{\partial u}{\partial \phi} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{w}{H_\psi} \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{uw}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} - \frac{w^2}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi} &= \frac{1}{\rho H_\phi} \frac{\partial p}{\partial \phi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_\phi}{\partial y}, \\ \frac{u}{H_\phi} \frac{\partial w}{\partial \phi} + v \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{w}{H_\psi} \frac{\partial w}{\partial \psi} + \frac{uw}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial w}{\partial \phi} - \frac{u^2}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \psi} &= \frac{1}{\rho H_\psi} \frac{\partial p}{\partial \psi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_\psi}{\partial y}, \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= 0, \\ \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial(H_\psi u)}{\partial \phi} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial(H_\phi w)}{\partial \psi} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Проекция скорости u , w и v на соответствующие оси ортогональных координат ϕ , ψ и y назовём продольной, поперечной и вертикальной скоростями. Определим коэффициенты Ламе, соответствующие координатным осям: H_ϕ , H_ψ , $H_y = 1$. В уравнениях (1) p — статическое давление в ядре потока, τ — напряжение трения, ρ — плотность жидкости.

Строгое интегрирование написанных уравнений возможно только для ламинарного пограничного слоя и для некоторых частных распределений скорости потока ($U = f(\phi; \psi)$) вне пограничного слоя.

Для вывода уравнений импульсов, соответствующих первым двум уравнениям (1), проинтегрируем их по оси y (поперёк пограничного слоя) в пределах от $y = 0$ до $y = \delta$, причём вертикальную компоненту скорости v заменим на основании уравнения неразрывности:

$$v = -\frac{1}{H_\phi H_\psi} \left[\int_0^y \frac{\partial(H_\psi u)}{\partial \phi} dy + \int_0^y \frac{\partial(H_\phi w)}{\partial \psi} dy \right]. \quad (2)$$

Перепишем первое уравнение системы (1), с учётом выражения для вертикальной скорости (2):

$$\begin{aligned} \frac{u}{H_\phi} \frac{\partial u}{\partial \phi} - \frac{1}{H_\phi H_\psi} \left[\int_0^y \frac{\partial(H_\psi u)}{\partial \phi} dy + \int_0^y \frac{\partial(H_\phi w)}{\partial \psi} dy \right] \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{w}{H_\psi} \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{uw}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} - \frac{w^2}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi} &= \\ = -\frac{1}{\rho H_\phi} \frac{\partial p}{\partial \phi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_\phi}{\partial y}. \end{aligned} \quad (3)$$

Почленно проинтегрируем уравнение (3). Учитывая, что коэффициент Ламэ — величина постоянная при интегрировании по y необходимо поменять последовательность знаков интеграла и дифференцирования.

Интеграл второго члена берём по частям. Подставим границы интегрирования и распишем производную произведения функций, учитывая, что $\partial H_\psi / \partial \phi$, $\partial H_\phi / \partial \psi$ постоянны при интегрировании по y и $u|_0^\delta$. Раскроем скобки и преобразуем подынтегральные выражения.

В выражении для третьего члена постоянным множителем является только коэффициент Ламэ. В двух последующих выражениях постоянные множители — коэффициенты Ламэ и их производные. Взяв определённый интеграл от производной касательного напряжения, получим выражение для последнего члена. Результат интегрирования уравнения (3) запишется как сумма интегралов учитывая, что

$$\frac{1}{H_\psi} \int_0^\delta u \frac{\partial w}{\partial \psi} dy + \frac{1}{H_\psi} \int_0^\delta w \frac{\partial u}{\partial \psi} dy = \frac{1}{H_\psi} \frac{\partial}{\partial \psi} \left(\int_0^\delta u w dy \right),$$

окончательно получаем:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2H_\phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(\int_0^\delta u^2 dy \right) - \frac{U}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \psi} \int_0^\delta u dy - \frac{U}{H_\phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(\int_0^\delta u dy \right) - \frac{U}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} \int_0^\delta w dy - \\ & - \frac{U}{H_\psi} \frac{\partial}{\partial \psi} \left(\int_0^\delta w dy \right) + \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi} \int_0^\delta u^2 dy + \frac{1}{2H_\phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(\int_0^\delta u^2 dy \right) + \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} \int_0^\delta u w dy + \\ & + \frac{1}{H_\psi} \frac{\partial}{\partial \psi} \left(\int_0^\delta u w dy \right) + \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} \int_0^\delta u w dy - \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi} \int_0^\delta w^2 dy = - \frac{1}{\rho H_\phi} \frac{\partial p}{\partial \phi} \int_0^\delta dy - \frac{\tau_{0\phi}}{\rho}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для дальнейших преобразований по рекомендации [5] введём характерные толщины пограничного слоя.

Толщина вытеснения продольного потока (в направлении ϕ)

$$\delta_\phi^* = \int_0^\delta \left(1 - \frac{u}{U} \right) dy. \quad (5)$$

Толщина вытеснения поперечного потока (в направлении ψ)

$$\delta_\psi^* = \int_0^\delta \frac{w}{U} dy. \quad (6)$$

Толщина потери импульса продольного потока (в направлении ϕ)

$$\delta_\phi^{**} = \int_0^\delta \left(1 - \frac{u}{U} \right) \frac{u}{U} dy. \quad (7)$$

Толщина потери импульса поперечного потока (в направлении ψ)

$$\delta_\psi^{**} = \int_0^\delta \frac{w^2}{U^2} dy. \quad (8)$$

Толщина потери импульса продольного потока в поперечном направлении

$$\delta_{\phi\psi}^{**} = \int_0^\delta \left(1 - \frac{u}{U} \right) \frac{w}{U} dy. \quad (9)$$

Толщина импульса поперечного потока в продольном направлении

$$\delta_{\psi\phi}^{**} = \int_0^\delta \frac{w}{U} \frac{u}{U} dy = \delta_\psi^* - \delta_{\phi\psi}^{**}. \quad (10)$$

Отметим, что величины δ_ϕ^* , δ_ϕ^{**} и $\delta_{\psi\phi}^{**}$ существенно положительны, а знак остальных характерных толщин пространственного пограничного слоя совпадает со знаком w .

Сгруппируем в уравнении (4) члены с характерным множителем $\partial H_\psi / \partial \phi$. Разделим почленно на U^2 и преобразуем выражение. Учтём выражения (7), (8). Аналогично сгруппируем в уравнении (4) члены со множителем $\partial H_\phi / \partial \psi$. Разделим почленно на U^2 , учтём выражения (6), (7).

Преобразуем выражение и добавим взаимно уничтожающиеся члены, отметим, что

$$U \frac{\partial u}{\partial \varphi} + u \frac{\partial U}{\partial \varphi} = \frac{\partial(Uu)}{\partial \varphi},$$

сгруппируем члены в подинтегральном выражении и поменяем местами знак интеграла и дифференциала. Учтём выражение (1) и тождество

$$\int_0^{\delta} U dy = U(\delta - \delta_{\varphi}^*),$$

распишем производную произведения и почленно поделим на квадрат скорости внешнего потока.

Аналогично предыдущему выделяем в (4) члены $1/H_{\psi}$, вынесем знак интеграла и добавим в подинтегральное выражение взаимно уничтожающиеся члены. Последовательно учитывая дифференциал произведения и суммы подинтегральных функций.

Запишем интеграл суммы и тождественно разделим и умножим первый член на U^2 , второй член на U , примем во внимание выражение (3), возьмём производную произведения и почленно поделим на квадрат скорости внешнего потока U^2 .

Члены в правой части уравнения (4) также разделим на U^2 .

Уравнение импульсов, соответствующее первому уравнению системы (1) запишется как сумма интегралов

Изменим знак и окончательно запишем:

$$\begin{aligned} \frac{1}{H_{\varphi}} \frac{\partial \delta_{\varphi}^{**}}{\partial \varphi} + \frac{1}{H_{\varphi} U} \frac{\partial U}{\partial \varphi} (2\delta_{\varphi}^{**} + \delta_{\varphi}^* - \delta) + \frac{1}{H_{\psi}} \frac{\partial \delta_{\varphi\psi}^{**}}{\partial \psi} + \frac{1}{H_{\psi} U} \frac{\partial U}{\partial \psi} (2\delta_{\varphi\psi}^{**} - \delta_{\psi}^*) + \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\psi}}{\partial \varphi} (\delta_{\varphi}^{**} + \delta_{\psi}^{**}) + \\ + \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\varphi}}{\partial \psi} (2\delta_{\varphi\psi}^{**} + \delta_{\psi}^*) = \frac{1}{\rho H_{\varphi} U^2} \frac{\partial p}{\partial \varphi} \delta + \frac{\tau_{0\varphi}}{\rho U^2}. \end{aligned} \quad (11)$$

С учётом выражения для вертикальной компоненты скорости v (2) перепишем второе уравнение системы (1) дифференциальных уравнений пространственного пограничного слоя

$$\begin{aligned} \frac{u}{H_{\varphi}} \frac{\partial w}{\partial \varphi} - \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \left[\int_0^y \frac{\partial(H_{\psi} u)}{\partial \varphi} dy + \int_0^y \frac{\partial(H_{\varphi} w)}{\partial \psi} dy \right] \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{w}{H_{\psi}} \frac{\partial w}{\partial \psi} + \frac{uw}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\psi}}{\partial \varphi} - \frac{U^2}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\varphi}}{\partial \psi} = \\ = -\frac{1}{\rho H_{\psi}} \frac{\partial p}{\partial \psi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{\psi}}{\partial y}. \end{aligned} \quad (12)$$

Почленно проинтегрируем уравнение (12) вдоль оси y от 0 до δ . Учитывая, что коэффициент Ламэ - величина постоянная при интегрировании по y .

Интеграл второго члена берём по частям. Обратим внимание, что поперечная составляющая скорости в пространственном пограничном слое в соответствии с рисунком 1 равна нулю дважды: при $y = 0$ и при $y = \delta$, следовательно, при подстановке пределов интегрирования в первом члене предыдущего выражения он равен нулю. Распишем производную произведения и поменяем местами знак интеграла и дифференциала.

В выражении для третьего члена внесём функцию w под знак дифференциала. В следующих членах вынесем за знак интеграла коэффициенты Ламэ и их производные. Учитывая, что давление p не изменяется по оси y в пределах δ , получим выражение для следующего члена.

В седьмом члене берём интеграл от производной напряжения трения. Результат интегрирования уравнения (12) запишется как сумма интегралов.

Окончательно записываем:

$$\begin{aligned} \frac{1}{H_{\varphi}} \int_0^{\delta} u \frac{\partial w}{\partial \varphi} dy + \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\psi}}{\partial \varphi} \int_0^{\delta} w u dy + \frac{1}{H_{\varphi}} \int_0^{\delta} w \frac{\partial u}{\partial \varphi} dy + \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\varphi}}{\partial \psi} \int_0^{\delta} w^2 dy + \frac{1}{2H_{\psi}} \frac{\partial}{\partial \psi} \left(\int_0^{\delta} w^2 dy \right) + \\ + \frac{1}{2H_{\psi}} \frac{\partial}{\partial \psi} \left(\int_0^{\delta} w^2 dy \right) + \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\psi}}{\partial \varphi} \int_0^{\delta} u w dy - \frac{1}{H_{\varphi} H_{\psi}} \frac{\partial H_{\varphi}}{\partial \psi} \int_0^{\delta} u^2 dy = -\frac{1}{\rho H_{\psi}} \frac{\partial p}{\partial \psi} \delta - \frac{\tau_{0\psi}}{\rho}. \end{aligned} \quad (13)$$

Сгруппируем члены в уравнении (13). Выберем члены с множителем $1/H_{\varphi}$. Тождественно разделим и умножим функцию под дифференциалом на квадрат скорости внешнего потока, затем, учитывая выражение (10), продифференцируем это уравнение и разделим почленно на U^2 . Выберем из уравнения (13) члены с множителем $(1/H_{\psi} \cdot \partial/\partial \psi)$, сложим, домножим подинтегральное выражение на U^2/U^2 , учитывая равенство (8), продифференцируем это уравнение и разделим почленно на U^2 .

Выделим из (13) члены с $\frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi}$, сложим их, аналогично домножим подынтегральное выражение на U^2/U^2 и с учётом (10) и разделим на квадрат скорости внешнего потока U^2 .

Выполним более громоздкие преобразования для слагаемых $\frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi}$.

В первом члене подынтегральное выражение умножим на U^2/U^2 , во втором добавим взаимоуничтожающиеся слагаемые $(U_u + U^2) - (U_u + U^2)$, преобразуем это выражение, затем разделим почленно на U^2 и вынесем общие множители за скобки, с учётом (5) и (7).

Члены в правой части (13) аналогично разделим на U^2 . Уравнение импульсов, соответствующее второму уравнению из системы дифференциальных уравнений пространственного пограничного слоя (1), запишется как сумма интегралов.

Развернув выражение, окончательно запишем уравнение импульсов в проекциях на поперечную координатную ось:

$$\begin{aligned} \frac{1}{H_\psi} \frac{\partial \delta_\psi^{**}}{\partial \psi} + \frac{1}{H_\phi} \frac{\partial \delta_{\psi\phi}^{**}}{\partial \phi} + \frac{2\delta_{\psi\phi}^{**}}{H_\phi U} \frac{\partial U}{\partial \phi} + \frac{2\delta_\psi^{**}}{H_\psi U} \frac{\partial U}{\partial \psi} + \frac{2\delta_{\psi\phi}^{**}}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\psi}{\partial \phi} + \frac{1}{H_\phi H_\psi} \frac{\partial H_\phi}{\partial \psi} (\delta_\psi^{**} + \delta_\phi^{**} + \delta_\phi^* - \delta) = \\ = - \frac{1}{\rho H_\psi U^2} \frac{\partial p}{\partial \psi} \delta - \frac{\tau_{0\psi}}{\rho U^2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Уравнения (11), (14) представляют собой запись уравнения импульсов в проекциях на направления естественных координат ϕ и ψ . Система уравнений (11), (14) представлена в более общем виде в отличие от уже известных решений Г.Ю. Степанова [5] и С.Н. Шкарбуля [6-9], выполненных с учётом особенностей течения соответственно в межлопаточном канале осевой турбины и по покрывному диску рабочего колеса центробежного насоса. В предлагаемой записи уравнения импульсов сохранены члены с производной $\partial p / \partial \phi$, что позволяет интегрировать уравнения в случае непотенциального внешнего потока по поверхности любой формы.

Отметим, что полученное уравнение импульсов при нулевых начальных условиях при отсутствии поперечного градиента давления $\partial p / \partial \psi = 0$ с учётом $-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial \phi} = U \frac{\partial U}{\partial \phi}$ обращается в классическую запись интегрального соотношения Кармана [10, 11]:

$$\frac{\partial_\phi^{**}}{\partial \phi} + (2 + H) \frac{\partial_\phi^{**}}{U} \frac{dU}{d\phi} = \frac{\tau_{0\phi}}{\rho U^2}.$$

В системах (11), (14) число неизвестных функций значительно превышает число уравнений, поэтому система не доопределена. Возможность традиционного решения заключается в том, что вводят условные относительные (существенно положительные) величины:

$$H = \frac{\delta_\phi^*}{\delta_\phi^{**}}, \quad K = \frac{1}{\epsilon} \frac{\delta_\psi^*}{\delta_\phi^{**}}, \quad L = \frac{1}{\epsilon^2} \frac{\delta_\psi^{**}}{\delta_\phi^{**}}, \quad M = \frac{1}{\epsilon} \frac{\delta_{\psi\phi}^{**}}{\delta_\phi^{**}}, \quad I = \frac{1}{\epsilon} \frac{\delta_{\phi\psi}^{**}}{\delta_\phi^{**}},$$

которые считаются постоянными величинами в области, далёкой от зоны отрыва потока. Это, в частности, подтверждается экспериментальными работами. В этих формулах $\epsilon = \tan \theta_0$; θ_0 — угол скоса донной линии тока в соответствии с рис. 1, определяющий поперечную составляющую напряжения трения на стенке $\tan \theta_0 = \tau_{0\psi} / \tau_{0\phi}$. С указанными подстановками в системе (11) остаётся два неизвестных, что позволяет вести её интегрирование без дополнительных уравнений, все остальные неизвестные функции скорости U , $\partial U / \partial \phi$, $\partial U / \partial \psi$, коэффициентов Ламэ H_ϕ , H_ψ , $\partial H_\phi / \partial \psi$, $\partial H_\psi / \partial \phi$ определяются из известного решения для внешнего потока и его граничных условий.

Вывод

В общем случае возможно только численное интегрирование систем (11), (14) как систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка. Это вызывает значительные трудности, связанные с неразвитостью метода интегрирования таких уравнений. Однако в некоторых частных случаях возможны преобразования уравнений (11), (14) к виду, позволяющему произвести их интегрирование.

Литература

1. Борщев И.О. Разработка метода расчета и исследование лопаточных отводов центробежных насосов: дис. канд. техн. наук. — Л.: ЛПИ, 1989. — 154 с.

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1970. – 940 с.
3. Пфлейдерер К.Л. Лопаточные машины для жидкостей и газов. – М.: Гостехиздат, 1960. – 684 с.
4. Селезнев К.П., Галеркин Ю.Б. Центробежные компрессоры. – Л.: Машиностроение, 1982. – 271 с.
5. Степанов Г.Ю. Гидродинамика решеток турбомашин. – М.: Физматгиз, 1962. – 512 с.
6. Шкарбуль С.Н. Исследование пространственного течения в рабочих колесах центробежных компрессоров // Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Л.: ЛПИ, 1974. – 41 с.
7. Шкарбуль С.Н. Пространственное течение вязкой жидкости в рабочих колесах центробежных компрессоров: дис. докт. техн. наук. – Л.: ЛПИ, 1974. – 705 с.
8. Шкарбуль С.Н. Расчет пространственного пограничного слоя во вращающихся каналах центробежных колес // Энергомашиностроение – 1073. – № 1. – С. 19-29.
9. Шкарбуль С.Н., Вольчук В.С. Анализ пространственного пограничного слоя в центробежном колесе турбомашин // Энергомашиностроение. – 1977. – № 1. – С. 14-16.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М: Наука, 1969. – 744 с.
11. Karman Th. Über laminare und turbulente Reibung. ZAMM. – 1921. – № 1. – P.P. 233-252.

УДК 621.941.1

ТЕХНОЛОГІЯ РЕСУРСОВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ В МАШИНОБУДУВАННІ

Ліщенко Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено моделювання лезової обробки на стенді тертя для дослідження різних рецептур технологічних засобів. Проведено експериментальні дослідження по визначенню сил різання при свердлінні з різними сполуками.

Edge machining simulation on the friction stand for lubricant means studies is carried out. Experimental investigations are carried out to determine cutting forces in drilling with different lubricants.

Ключові слова: коефіцієнт тертя, ресурсовідновлювальні сполуки, тверді технологічні мастила, мастильно-охолоджувальні рідини.

На ранніх етапах свого розвитку (50-і та 60-і роки) в теорії різання матеріалів вивчали в основному механіку процесу: силові залежності, формування стружки, явище наросту на різці [1]. Потім з'ясувалося, що в зоні різання мають місце складні фізико-хімічні явища і ефекти, наприклад, ефекти Ребіндера, Баушингера, надпластичності тощо. Сучасну механічну обробку різанням відносять до високих технологій і нанотехнологій. Об'єктом сучасних досліджень все частіше стає фізико-хімічна взаємодія матеріалів контактуючих тіл і мастильно-охолоджувальних сполук, які включають явища дифузії речовин і масопереносу. Особливістю цих одночасно діючих процесів (concurrent processes) є специфічні температурні (до 2000 К) і силові (тиск до 7 ГПа) умови в зоні контакту [2].

В відповідності з сучасними уявленнями процеси в зоні контакту інструмента і заготовки мають різноманітну фізико-хіміко-механічну природу і тому їх можна віднести до галузі фізико-хімічної механіки матеріалів [3].

Питання контактної взаємодії вивчають з залученням матеріалознавства, механіки, теплофізики, термодинаміки. Вивчають кінетичні і фізико-хімічні явища, які відбуваються, наприклад, при термоактивації [2] тощо.

Наприклад, в відповідності з роботою [2] в зоні різання мають місце процеси: адгезії (прилипання, зчеплення), дифузії, мікро- і макродеформування, реакційної руйнації, хімічної взаємодії (у т.ч. окислювання в різних середовищах), азотування, наводнювання, контактено-реактивного плавлення тощо. На наш погляд, цей перелік слід доповнити тертям і зносом інструментів, які є наслідком вищевказаних процесів.

Якщо враховувати, що існує, наприклад, декілька теорій адгезії (механічна, адсорбційна, електрична, дифузійна, хімічна) або непередбачуваний і ймовірний характер фізико-хіміко-механічних процесів, то стає зрозумілим уся складність явищ і процесів в зоні різання. У цьому зв'язку можна говорити про проблему складності явищ і процесів в зоні різання. Саме ці явища і процеси визначають механізми формування поверхневого шару деталей машин, з однієї сторони, і зношування ріжучого інструмента – з іншої. Тому керування явищами і процесами, які відбуваються в зоні контакту, відноситься до числа виключно актуальних завдань в теорії різання і технології машинобудування.

Необхідно поділити усі мастильні матеріали за характером їх використання на два класи [3]. Мастило першого класу є конструкторським матеріалом, без якого робота взаємодіючих між собою деталей машин часто неможлива. Наприклад, взаємодія вкладиша з шатуною шийкою колінчастого валу двигуна неможлива без подання в зону контакту моторної оливи. Мастило другого класу – мастильно-охолоджувальний технологічний засіб (МОТЗ) – використовується для подання в зону контакту різального інструменту і заготовки.

Для мастил першого класу ряд фірм пропонують вносити в МОТЗ спеціальні ресурсовідновлювальні сполуки (речовини) на основі серпентиніту. Відомі, наприклад, наступні сполуки:

- антифрикційна ресурсовідновлювальна композиція (АРВК), ТОВ «Венчур-Н», м. Зеленоград, Росія;
- протизносна антифрикційна (ПИАФ) ремонтно-відновлювальна сполука, НПО «Промышленный технопарк», м. Москва, Росія;
- ремонтно-відновлювальна сполука (РВС), НПО «Руспромремонт», м. Санкт-Петербург, Росія;
- силікатно-керамічна композиція Megaforce, ТОВ НПП «Триботех», м. Санкт-Петербург, Росія;
- триботехнічні сполуки (ТС) для направленої іонної дифузії (НИОД), Росія;
- нанокераміка ФОРСАН, Компанія «Нанопром», м. Москва, Росія;
- ХАДО («Харьковский Дом», м. Харків, Україна).

Таким чином, дія усіх перелічених композицій оснований на виникненні в зоні тертя процесу вибіркового перенесення силікатних сполук (які входять до складу цих композицій) на поверхню контактуючих деталей. Відомо, що уперше ефект вибіркового перенесення відкрито Д.Н. Гаркуновим і І.В. Крагельським в 1956 році стосовно тертя мідних сплавів об сталь в умовах граничного змащення [4].

Уважається, що серпентиніт (розміри часток різні у композиціях перелічених фірм: від 2 до 50 мкм) під дією контактного тиску поєднаних деталей проникає в приповерхневий шар, поступово відновлюючи об'єм та розміри зношених деталей до номінальних значень. Таким чином, на контактуючих поверхнях утворюється антифрикційний шар внаслідок фізико-хімічних процесів, в яких беруть участь матеріали поверхонь деталей, які труться, і мастильні матеріали. Захисний антифрикційний шар забезпечує низький коефіцієнт тертя.

Становлять інтерес дослідження й застосування нових ресурсовідновлювальних композицій у складі МОТЗ при лезовій і алмазно-абразивній обробці. Ці дослідження проводяться на кафедрі технології машинобудування ОНПУ (м. Одеса), кафедрі фізики і матеріалознавства ОНАХТ (м. Одеса) разом з фірмами «Станко центр» (м. Москва) і «Венчур-Н» (м. Зеленоград).

Для проведення порівняльних випробувань різних мастильно-охолоджувальних засобів (МОТЗ) використовували лабораторний стенд зі схемою тертя типу «торець кільця–плоскість» (рис. 1).

Матеріали, з яких виготовлені зразки 6 і 7 (рис.1), відповідали парі «інструментальний матеріал (Р6М5, HRC 60...63) – матеріал, що обробляється (сталь 45, HB 200...212)». Коефіцієнт тертя розраховували за формулою

$$f = \frac{M_{тр}}{P_{ос} \cdot r_k},$$

де $M_{тр}$ – момент тертя, який фіксується тензодатчиками, Н·м;

$P_{ос}$ – осьове навантаження, яке задається відповідними вантажами на рукоятці вертикальної подачі шпинделя, Н;

r_k – середній радіус кільця тертя, м.

Зовнішній r_1 і внутрішній r_2 (рис. 1) радіуси кільця складають, відповідно 15 і 12 мм, тому $r_k = 13,5$ мм.

Спочатку одну годину в індустріальній оливі І-20 здійснювали приробку зразків 6 і 7 (рис.2) з реєстрацією моменту тертя і температури олії. Осьове навантаження на пару тертя – 470 Н, це створює тиск в зоні контакту – 1,8 МПа. Частота обертання рухомого зразку 6 – 450 об/хв. Осьове навантаження дорівнює середньому значенню з можливого діапазону його зміни.

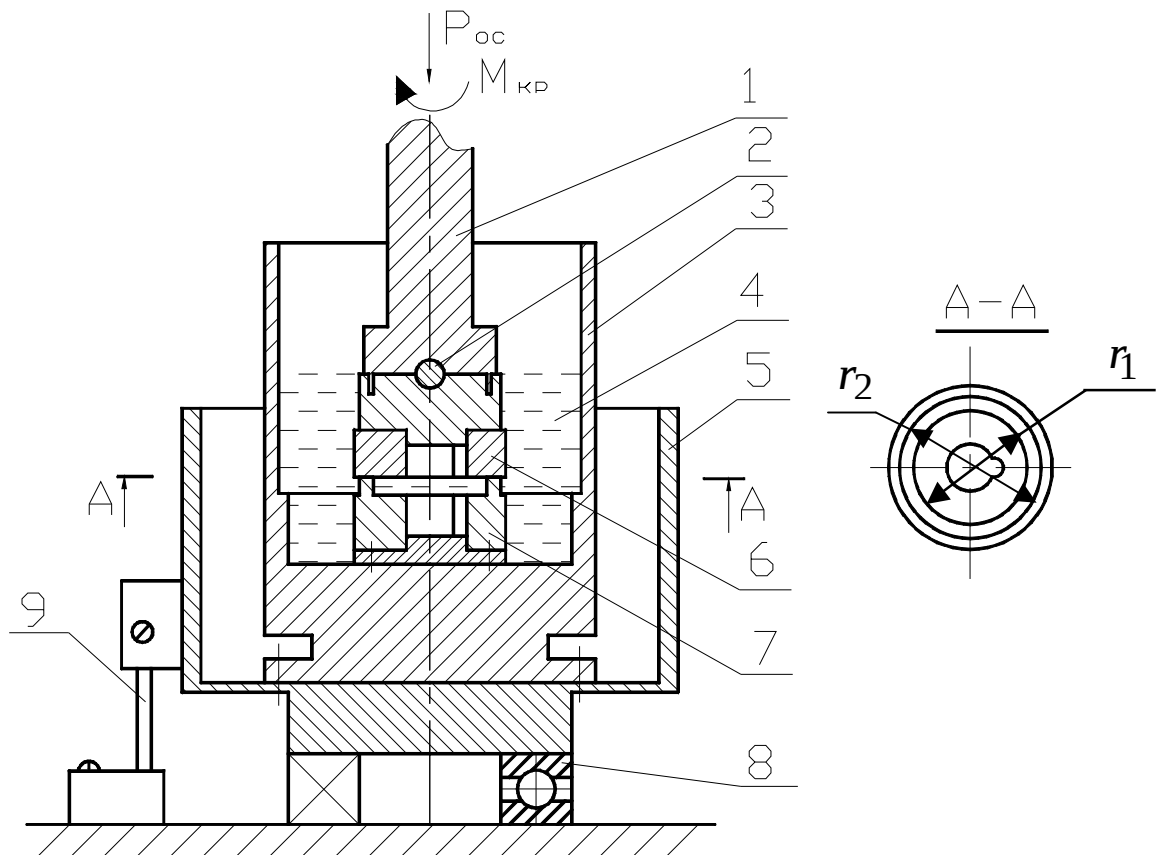
Видно (рис. 2), що коефіцієнт тертя збільшується від початкового значення 0,14 і протягом однієї години стабілізується на рівень 0,22-0,23.

Після приробки визначали залежність коефіцієнту тертя від осьового навантаження при використанні наступних рецептур МОТЗ (рис. 3):

- олива індустріальна І-20;
- олива І-20 + 2 % АРВК (антифрикційна ресурсовідновлювальна композиція фірми «Венчур-Н»);

— тверде технологічне мастило (на рис. 3 – ТТМ) на основі стеарину (олеїнова кислота 25 %; окис хрому 10 %, решта стеарин).

Для підвищення надійності експериментальних даних кожний дослід проводили три рази при навантаженні і розвантаженні пари тертя з подальшим усередненням результату.



1 – шпиндель; 2 – центруючий шарик; 3 – внутрішній стакан; 4 – МОНТЗ; 5 – зовнішній стакан; 6 – рухомий зразок; 7 – нерухомий зразок; 8 – підшипник; 9 – балка з тензодатчиками.

Рис. 1 – Схема стану для вивчення тертя і зносу

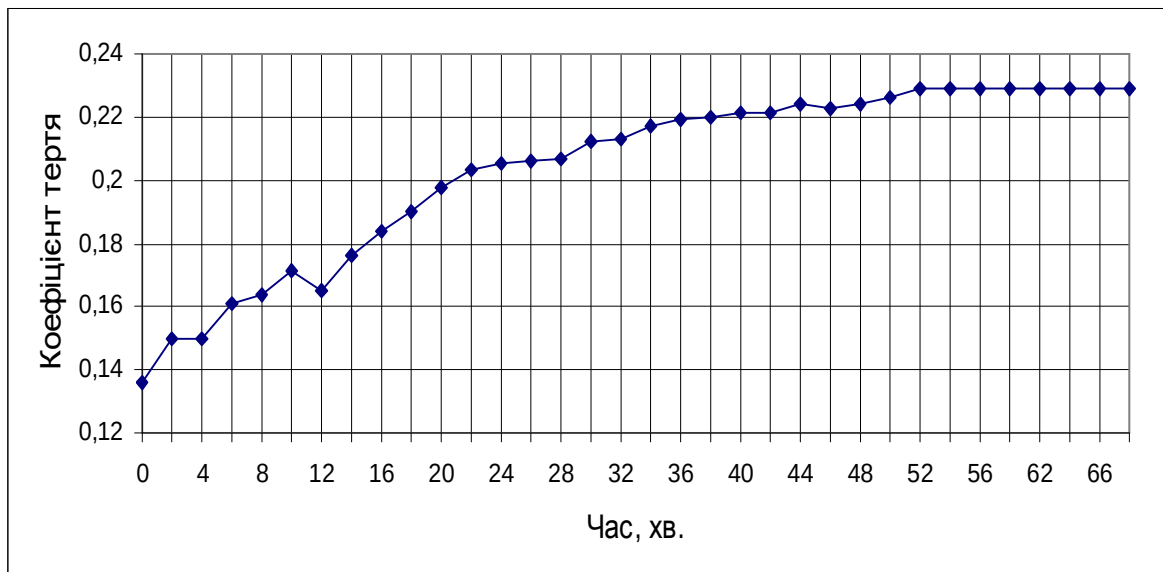
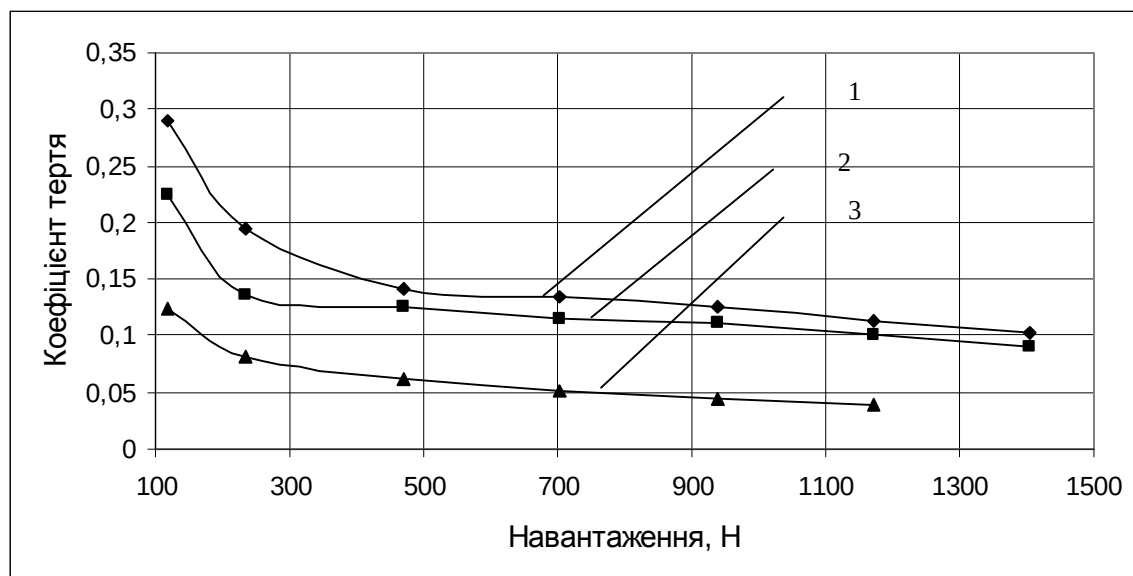


Рис. 2 – Залежність коефіцієнту тертя від часу в період приробки



1 – I-20; 2 – I-20+АРВК; 3 – ТТМ.

Рис. 3 – Залежність коефіцієнту тертя від навантаження при наступних МОТЗ

Проаналізуємо результати експерименту, наприклад при навантаженні 1100 Н (рис. 3.) Видно, що найвищий коефіцієнт тертя (мінімальне значення 0,120) отримано при випробуванні пари тертя на оливі I-20 (крива 1), а найнижчий (мінімальне значення 0,04) – на твердому технологічному мастилі (крива 3). Проміжний результат (0,1) отримано на сполуці I-20+АРВК.

Як відомо, робота в процесі різання витрачається на пружну і пластичну деформацію і на подолання тертя між інструментом, стружкою та матеріалом, що обробляється. Роль тертя в процесі різання досить велика. Але роль мастила не обмежується зниженням тертя. Зменшення навантаження на інструмент при використанні мастила можна пояснити адсорбційним зниженням твердості. Поверхня будь-якого твердого тіла має мікротріщини, на які частинки рідини справляють розклинювальну дію. Це називається диспергуванням. Воно може бути посилено присадками до МОТЗ деяких поверхнево-активних речовин (жирних кислот, сірки). Тому необхідно приділяти велику увагу до вибору МОТЗ та техніки змащування. Правильно обрана МОТЗ не тільки зменшує витрати енергії, але і збільшує стійкість інструменту та покращує якість поверхні, що обробляється. Чим вища змащувальна здатність рідини, тим більше зменшувалась сила різання.

Було проведено експеримент по визначенню осьової сили різання при свердлінні на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н118 наскрізних отворів в пластині (сталь 45, НВ 180...200) товщиною 16 мм. Свердло спіральне Р6М5, Ø 2,85 мм. Режимі різання: частота обертання свердла $n = 1000$ об/хв., подача $S = 0,1$ мм/об. Осьову силу різання визначали за допомогою тензометричного динамометру УДМ-600. Свердлили по 16 отворів із застосуванням наступних МОТЗ: олива індустріальна I-20; олива індустріальна I-20 з 2 % АРВК; мастило ХАДО. Результати вимірів (табл. 1) сили різання усереднювали по шістнадцятьох вимірах.

Таблиця 1 – Результати виміру осьової сили різання

	I-20	I-20+АРВК	ХАДО
Осьова сила P_y , ум. од.	293	272	265

З таблиці видно, що осьова сила різання при свердлінні з I-20+АРВК зменшилася на 7 %, а з використанням ХАДО на 9,5 %.

Перспективним напрямком є розробка МОТЗ, до яких додають в певній пропорції руйнуючі та відновлювальні сполуки. Це дозволяє підвищити оброблюваність матеріалу при різанні з одночасним підвищенням стійкості різального інструмента. Ефективним напрямком у технології виробництва МОТЗ є використання суміші жирних органічних кислот, тому що в ряді випадків застосування МОР неприпустимо, або не забезпечує потрібного технологічного ефекту.

На кафедрі технології машинобудування ОНПУ і кафедрі фізики і матеріалознавства ОНАХТ ведуться роботи із синтезу складів твердих технологічних мастил (ТТМ). Виконуються випробування і впровадження ТТМ на ряді машинобудівних підприємств України і Росії.

Література

1. Исаев А.И. Процесс образования поверхностного слоя при обработке металлов резанием. — М.: Гос. научн-техн. изд-во машиностр. лит-ры, 1950. — 358 с.
2. Новиков Н.В., Клименко С.А., Копейкина М.Ю. Исследование контактного взаимодействия в зоне резания — основа совершенствования режущих инструментов / Вестник национ. технич. ун-та Украины "КПИ". Машиностроение. — К.: НТУУ "КПИ", 2007. — 52. — С.221-233.
3. Ларшин В.П., Грисенко Е.В., Макаров В.Ф. Проблемы застосування мастильно-охолоджуючих технологічних засобів у техніці й технології / Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: материалы научн.-техн. конф., 30 сентября — 1 октября 2008 г., г. Одесса. — Киев: АТМ Украины 2008. — С. 47-50.
4. Радин Ю.А., Сулов П.Г. Безызносность деталей машин при трении. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. — 229 с.

УДК 637.5.02

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НОЖІВ КУТЕРА ПЛАЗМОВО-ДЕТОНАЦІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

Некоз О.І., д-р техн. наук, професор

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Осипенко В.І., д-р техн. наук, професор, Батраченко О.В.

Черкаський державний технологічний університет

В статті представлено результати експериментальних досліджень підвищення зносостійкості ножів кутера методом плазово-детонаційного зміцнення. Виконано огляд відомих способів підвищення зносостійкості ножів кутера, визначено їх недоліки, визначено, що перспективним є застосування з цією метою плазово-детонаційної обробки. Встановлено, що застосування даного методу дозволяє підвищити довговічність ножів у 2-2,2 рази. Визначено оптимальні режими обробки ножів кутера даним технологічним методом.

In the article the results of experimental researches of increase of wear proof of knives are represented by the cutter the method of the plasma-detonation strengthening. The review of the known methods of increase of wear proof of knives of cutter is executed, their failing are certain, it is certain, that application to that end of plasma-detonation treatment is perspective. It is set, that application of the given method allows to advance longevity of knives in 2-2,2 times. The optimum modes of treatment of knives are certain by the cutter given technological method

Ключові слова: ножі кутера, підвищення зносостійкості, плазово-детонаційне зміцнення.

Актуальність проблеми.

Підвищення довговічності різального інструменту м'ясопереробної промисловості продовжує залишатись актуальною задачею. Особливо це стосується ножів кутерів, що обумовлено малим періодом їх стійкості та високою вартістю [1,2]. Доцільним є розробка такого методу підвищення довговічності, що матиме високу ефективність та буде придатний до широкого промислового використання.

Огляд попередніх досліджень.

Дослідженню питань підвищення довговічності ножів кутера присвячено значну кількість наукових робіт [3]. Загально прийнятим та широкоживаним методом є хіміко-термічна обробка різальних кромки ножів. Так після одно- та двофазного борування було відмічено підвищення довговічності у 2,8-4,7 рази. Іншим методом — азотуванням — було досягнуто підвищення довговічності у 1,7 разу, а хромуванням — у 2-3 рази. Не дивлячись на переваги хіміко-термічної обробки (простота технічного оснащення), ці методи володіють суттєвими недоліками — великі витрати енергії та часу, також — недостатнє підвищення довговічності різальних кромки та значне збільшення їх крихкості.

Досліджувався вплив криогенного зміцнення на зносостійкість різального інструменту. Було відмічено підвищення довговічності до 2 разів. Проте здійснення цього методу потребує складного технічного оснащення, яке володіє значною вартістю. Позитивний ефект спостерігається не в усіх випадках, що перешкоджає широкому промислового використанню методу.

Іншим відомим методом є електроіскрове легування поверхневих шарів різальної кромки. Насичення матеріалу ножа легуючими елементами (W, Ti, Mo) дозволяє підвищити довговічність у 1,5-2 рази. До недоліків цього методу можна віднести недостатню його ефективність, що спричинено відсутністю комплексного впливу (термічної обробки, поверхнево-пластичного деформування, легування).

В 1,2-1,4 рази підвищити довговічність дозволяє поверхнево-пластичне деформування різальної кромки ножів. Недоліки методу – як і у попереднього.

Досліджувалось використання дисперсійно-твердіючих сталей для виготовлення ножів кутера [4]. Так при використанні сталі марки ЭИ 904-Ш було підвищено однорідність зношування лез ножів по їх довжині, що дозволяє подовжити термін служби ножа за рахунок виключення необхідності знімати надлишковий шар металу при переточуванні. Недоліком методу є занадто висока вартість виготовлення різального інструменту.

Перспективним методом обробки, що дозволяє забезпечити вказану комплексну дію є лазерне загартування [3]. Швидкий нагрів поверхневого шару та його швидке охолодження за рахунок відведення тепла всередину деталі дозволяє підвищити зносостійкість ножів кутера у 2 рази та більше. Перевагами лазерного зміцнення є можливість обробки нежорстких деталей та деталей складної геометричної форми. Недоліки – значна вартість технологічного устаткування та низький коефіцієнт використання енергії [5]. Більш ефективним є метод імпульсної лазерної дії, але недоліки – такі ж самі [6].

Відомі методи підвищення зносостійкості шляхом використання плазмових струменів. Ефективність таких методів наближається до ефективності лазерної обробки, причому – при значно менших вартості обладнання та енергоємності процесу. Однак використання плазмових генераторів безперервної дії не дозволяє отримати максимальні параметри зміцненого шару [5]. Це обумовлено, насамперед, низькими (дозвуковими) швидкостями плазмового потоку.

Відомі розроблені технології підвищення зносостійкості деталей плазмово-детонаційною обробкою [5,6]. Імпульсна дія забезпечується завдяки використанню вибухових речовин (газ) та посиленню детонаційних хвиль електромагнітним полем поміж симетрично розташованим електродними вузлами. Також в процесі обробки відбувається легування поверхні продуктами ерозії металевого електроду (молібден, вольфрам) та газу (пропан, азот). Внаслідок такої обробки зносостійкість деталей машин підвищується у 3-5 разів.

Дана технологія володіє високою ефективністю (як при імпульсному лазерному зміцненні), високою продуктивністю (0,5 м²/год), значно більшим КПД нагріву (0,8 проти 0,05) та меншою у десятки разів вартістю технологічного обладнання у порівнянні із лазерним зміцненням.

З огляду на це перспективним є застосування методу плазмово-детонаційного зміцнення для підвищення зносостійкості ножів кутерів. Проте в літературі відсутні кількісні дані про підвищення зносостійкості ножів кутерів після плазмово-детонаційної обробки.

Мета статті.

Метою даної роботи є експериментальне визначення підвищення зносостійкості ножів кутера шляхом зміцнення їх різальних кромок плазмово-детонаційною обробкою.

Виклад основного матеріалу.

Визначення підвищення зносостійкості ножів кутера проводилось за наступним етапами: зміцнення ножів; випробування ножів на кутері із одночасним виконанням контрольних відбитків; визначення радіусу закруглення леза за допомогою оптичного мікроскопу та обробка результатів досліджень.

Для експериментальних досліджень було обрано модель кутера Л5-ФКБ, як таку, що широко розповсюджена на м'ясопереробних підприємствах України та країн СНД. Серед інших можливих типів конструкцій було обрано ножі із криволінійною різальною кромкою (у вигляді ділянки кола зі зміщеним центром) як такі, що мають більш високі різальні властивості та можливість їх високопродуктивної обробки, матеріал ножів – сталь 65Г.

Плазмово-детонаційне зміцнення здійснювали на установці «ИМПУЛЬС» лабораторії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. Схема роботи установки показана на рисунку 1.

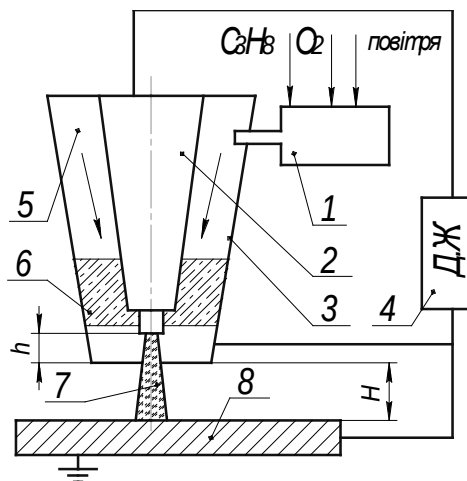


Рис. 1 –Схема роботи установки для плазово-детонаційного зміц-

На рисунку 2,а показано загальний вид генератора імпульсної плазми та поворотний стіл для встановлення оброблюваної деталі, а на рисунку 2,б – загальний вид блоку керування та блоку підготовки газової суміші.

Плазово-детонаційний генератор складається із детонаційної камери 1, де здійснюється формування горючої газової суміші та ініціювання її згорання у детонаційному режимі; коаксіальних електродів 2 і 3; джерела живлення 4. В процесі прискорення плазового утворення бере участь газодинамічна та електромагнітна сили [5,6]. В результаті детонації частково іонізовані продукти згорання потрапляють із детонаційної камери в міжелектродний зазор 5 та змикають R–L–C контур джерела живлення. Потім відбувається розряд конденсаторної батареї.



а)



б)

Рис. 2 – Установка «ИМПУЛЬС» для плазово-детонаційної обробки

Поміж коаксіальними електродами 2 і 3 струм протікає по деякому провідному об'єму газу 6, ступінь іонізації якого збільшується. При протіканні струму по плазмі виділяється джоулеве тепло, певна доля якого бере участь у процесі прискорення при розширенні нагрітого об'єму іонізованого газу, посилюючи тим самим газодинамічну складову сили. Під час протікання в міжелектродному зазорі плазма спричинює ерозію електроду, що призводить до насичення плазми легуючими елементами (W, Mo). Отриманий плазовий струмінь 7 діє на оброблювану поверхню 8.

В процесі дії плазово-детонаційним методом відбувається нагрів поверхні з подальшим охолодженням її шляхом відведення тепла як в матеріал, так і в оточуюче середовище, внаслідок чого в поверхневому шарі відбуваються структурно-фазові перетворення. Природа джерела нагріву, тепловий по-

тік, час дії на поверхню впливають на властивості термозміцненого шару (товщину, фізико-механічні характеристики, фазовий склад і його дисперсність). Здійснюється ефективна термоциклічна обробка металу. Після такої обробки поверхневий шар має мілкодисперсну структуру, що призводить, як відомо, до збільшення зносостійкості поверхневого шару оскільки в такому випадку опір крихкому руйнуванню менший.

Термічну дію імпульсного плазмового струменя супроводять процеси легування. Насичення поверхні легуючими елементами проводять за допомогою використання активного плазмоутворювального середовища (матеріал електроду генератора плазми).

Внаслідок мікросекундної тривалості дії плазмового струменя можна здійснювати інтенсивну ударно-хвильову дію внаслідок швидкісних фазових перетворень. Висока інтенсивність ударних хвиль поліпшує властивості металевих матеріалів за допомогою створення великої густини дислокацій.

Характер взаємодії плазмового струменя з перешкодою (оброблюваною поверхнею) залежить від швидкості струменя, форми і розмірів перешкоди, а також місця розміщення останньої. Якщо перешкода встановлена в області першого стрибка ущільнення, перед нею утворюється ударно-стиснена область плазми, яка різко відмінна по своїх світлових і фізичних характеристиках від решти області течії. Яскравість ударного шару плазми у багато разів перевершує яскравість решти зон потоку. Товщина ударної області залежить від швидкості струменя.

Ударно-стиснена область плазми примикає безпосередньо до перешкоди протягом всієї тривалості імпульсу і лише в початковій стадії зіткнення струменя з перешкодою може вчинити декілька коливань.

По зміні яскравості ударної області визначається її температура яскравості, що залежить від швидкості струменя. При високій швидкості температура яскравості перевищує температуру набігаючого струменя, тобто в ударному шарі відбувається не тільки стиснення, але і додатковий підігрів плазми.

Від ударно-стиснутої області відбувається теплопередача в тіло. Основними механізмами теплопередачі в плазмі при взаємодії з перешкодою є конвективний і радіаційний потоки тепла.

Введення легуючих елементів в плазму в умовах ПДО здійснюється у вигляді парокрапельної фази від металевого електроду (стрижня), закріпленого по осі центрального електроду, який еродує, і за допомогою плазмоутворювального газу (пропан, азот). Таким чином відбувається зміцнення оброблюваної поверхні.

Параметри плазми при цьому наступні: швидкість плазмового потоку 5-20 км/с; температура 20000-60000 К; тиск ударної хвилі 300-2000 МПа/м²; густина плазми вибуху перевищує атмосферну у 50 разів; На оброблювану поверхню здійснюється: деформаційний вплив - $P=1500$ МПа; електромагнітний вплив - $J'=160000$ А/м; акустичний вплив - до 150 дБ; щільність теплового потоку $q=5 \cdot 10^6$ Вт/см².

Режими імпульсного плазмового загартування визначаються діаметром „плями гартування“, енергією випромінювання, розподілом її по перетину струменя плазми, тривалістю імпульсу, кількістю імпульсів, теплофізичними властивостями сталі, станом оброблюваної поверхні.

В даному випадку зміцнення ножів проводилось і з використанням наступних режимів обробки: ємність конденсаторної батареї розрядного контуру $C=800$ мкФ; напруга на обкладинках конденсаторної батареї $U=3,2$ кВ; індуктивність розрядного контуру $L=30$ мкФ; частота ініціювання імпульсів $\nu=2,5$ Нз; матеріал електроду, що використовується – W.

При плазмово-детонаційному зміцненні можливе проведення обробки із використанням двох типів режимів: при швидкому відносному русі деталі (обробка напрохід) та при покроковому відносному русі деталі (обробка декількома імпульсами в точку, відстань між двома сусідніми точками – не більше 0,5 діаметру точки, під точкою розуміється пляма від дії плазмового струменя).

Використовувалось 6 режимів обробки: №1 – 4 імпульси в точку, деталь заземлена; №2 – 2 імпульси в точку, деталь заземлена; №3 – 8 імпульсів в точку, деталь заземлена; №4 – обробка при русі із швидкістю 0,6 м/с, 1 прохід, деталь заземлена; №5 – 8 імпульсів в точку, деталь ізольована; №6 – обробка при русі із швидкістю 0,6 м/с, 1 прохід, деталь ізольована.

З метою забезпечення функціонування зміцненого шару леза на протязі всього терміну експлуатації ножа зміцнення проводилось по задній поверхні різальної кромки, яка в процесі експлуатації ножа не підлягає переточуванню (рисунок 3). Цим самим було забезпечено наявність ефекту самозаточування ножів при їх роботі.

На рисунку 4 показано ніж кутера ФКБ, зміцнений на режимі № 1, а на рисунку 5 зображено контрольний зразок, також зміцнений на режимі №1 - виразно видно (обведено) місце дії плазмового струменя.

Різальний комплект кутера Л5-ФКБ містить 6 ножів (рисунок 6). Таким чином було виконано обробку кожного окремого ножа із використанням режиму, що відрізняється. Це дозволило провести необхідний об'єм експериментальних досліджень із мінімальними витратами машинного часу.

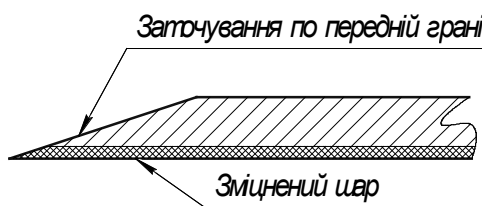


Рис. 3 – Поверхня леза, що підлягає зміцненню



Рис. 4 – Нож ФКБ зміцнений

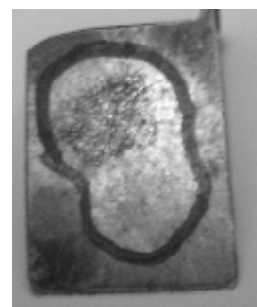


Рис. 5 – Зразок контрольний зміцнений

Після зміцнення ножі різального комплексу встановлювались на кутер Л5-ФКБ та проводилось їх випробування в роботі до першого переточування. Випробування ножів проводилось на виробничих площах м'ясопереробного підприємства ТОВ «Черкаська продовольча компанія» (м.Черкаси). Сировина, що подрібнювалась – варена м'ясна сировина для ліверних ковбас 1-го гатунку; кількість одночасно завантаженої сировини в кутер – 150 кг; частота обертання ножів – 40 c^{-1} ; тривалість кутерування - 7 хв.

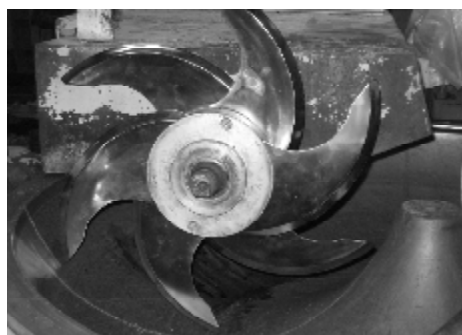


Рис. 6 – Різальний комплект, встановлений на кутері Л5-ФКБ

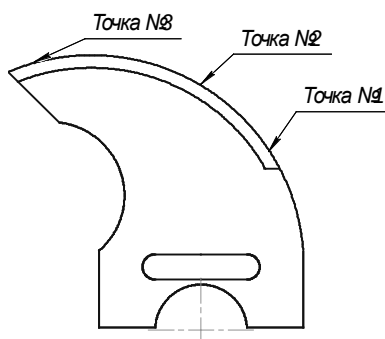


Рис. 7 – Розташування точок вимірювання радіуса закруглення леза

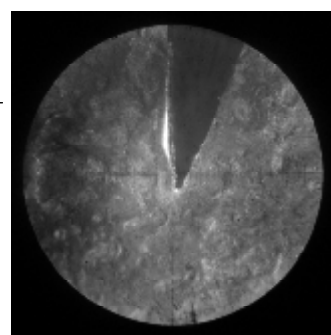


Рис. 8 – Визначення радіуса закруглення лез

Визначення величини зношування проводилось шляхом визначення радіуса закруглення різальної кромки лез. Радіус закруглення визначався методом контрольних відбитків [7]. З цією метою після кожної робочої зміни проводилось зняття відбитків лез на свинцевих шайбах. Затуплення кожного леза визначалось в трьох точках (рисунок 7): точці №1 – на найменшому радіусі обертання ножа; точці №2 – на середньому радіусі обертання ножа; точці №3 – на найбільшому радіусі обертання ножа. Як відомо, зношування ножів кутера по довжині леза неоднорідне і збільшується із збільшенням радіуса ножа.

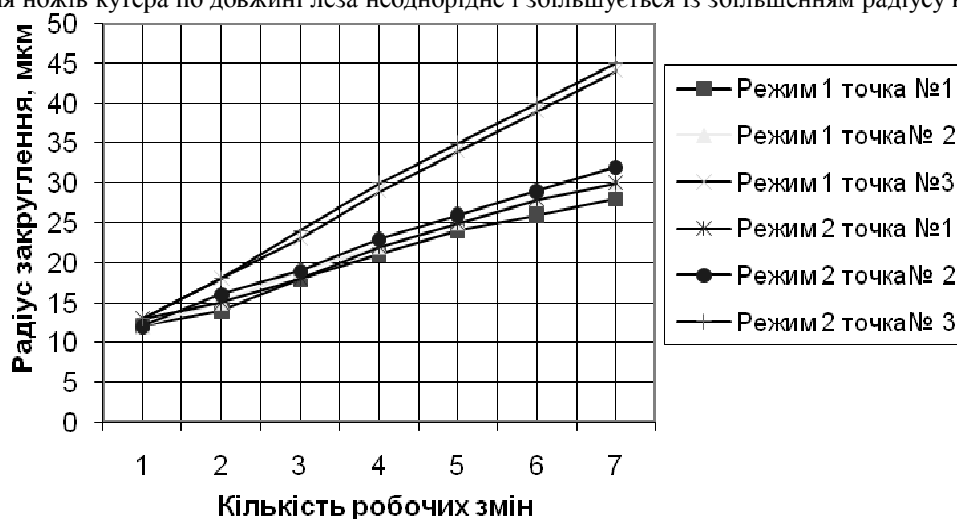


Рис. 9 – Динаміка зношування ножів, зміцнених на режимах №1 та №2

Результати експериментальних досліджень представлені у вигляді графічних залежностей величини радіусу закруглення леза від тривалості роботи ножів. В даній роботі показано тільки результати випробування ножів, які оброблені на режимах №1, №2 та №3, як на таких, що показали задовільну ефективність.

Визначення радіусу закруглення проводилось шляхом вимірювання діаметру закруглення по відбитку. Використовувався мікроскоп оптичний МБС-9, збільшення $\times 56$, ціна поділки шкали – 0,014 мм. На рисунку 8 представлено зображення відбитку та його вершини в окуляр мікроскопу МБС-9, видно закруглення вершини відбитку та вимірювальну шкалу.

Після випробування зміцнених ножів було виконано вимірювання зношування звичайних ножів до першого переточування при тих самих параметрах роботи кутера. Зношування визначали методом контрольних відбитків.

Як видно з графіку на рисунку 9, ножі, що оброблені на режимі №1, мають кращу стійкість чим ножі, які були оброблені на режимі №2.

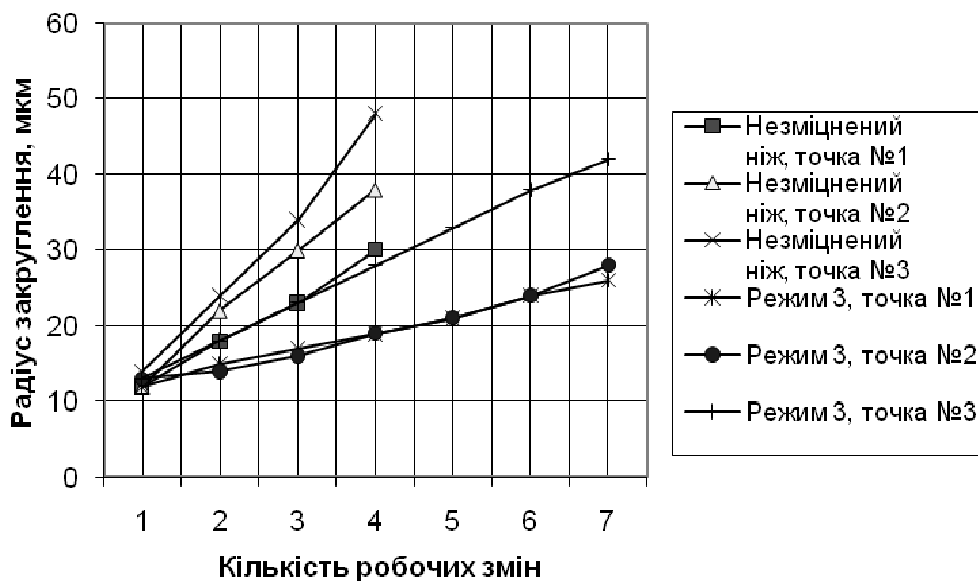


Рис. 10 – Динаміка зношування незміцнених ножів та ножа, зміцненого на режимі №3

Це можна пояснити більшим енергетичним впливом на поверхню при обробці на режимі №1. Підтвердженням цього є дані, показані на рисунку 10. Як видно з рисунку 10, ножі, які були оброблені на режимі №3, мають найвищу стійкість. Довговічність ножів, зміцнених плазмово-детонаційним методом (за режимом №3), перевищує довговічність звичайних ножів у 2,2 рази.

В усіх випадках зношення лез по напрямку від центра обертання збільшується (р в точках №3 більше за р в точках №2 і №1), що корелює з даними відомих досліджень [4].

Висновки.

Експериментально досліджено вплив плазмово-детонаційної обробки на підвищення довговічності ножів кутера. В залежності від режимів зміцнення підвищення довговічності може відбуватись до 2,2 разів. Найкращий результат показали ножі, оброблені із максимальної кількості імпульсів із заземленням. Отримані результати дозволяють вважати доцільним використання даного методу для підвищення довговічності ножів кутера.

Подальшими дослідженнями в даному напрямку можуть бути визначення змін, які відбуваються в поверхневих шарах матеріалів ножів, та визначення впливу режиму плазмово-детонаційної обробки на оптимальне поширення зони зміцнення в зоні різальних окрайків з метою забезпечення максимального ефекту самозаточування.

Література

1. Василевский О.М., Соловьев О.В. Машины периодического действия для приготовления фарша // Мясные технологии, 2007, №5. – С.35-39.
2. Дуда А.Н. Марки сталей для куттерных ножей // Мясная индустрия, 2008, №6. – С.43-44.
3. Чижикова Т.В., Мартынов Г.А. Перспективы повышения эксплуатационной надежности режущих инструментов в мясной промышленности. - М.: АгроНИИТЭИММП, 1987. – 43 с.

4. Маркус Л.И., Шаталов А.Н. и др. Дисперсионно-твердеющие стали для создания равноизнашивающихся инструментов измельчающих машин // Мясная индустрия, 2008, №9. – С.28-29.
5. Тюрин Ю.Н., Жадкевич М.Л. Плазменные упрочняющие технологии. – К.: Наукова думка, 2008. – 215 с.
6. Колісниченко О.В. Формування модифікованих шарів при плазово-детонаційній обробці вуглецевих сталей. Дисертація на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. – Київ: Інститут електророзварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2003 – 154 с.
7. Некоз С.О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків. Дисертація на здобуття ступеню кандидату технічних наук. – Київ, НУХТ, 2001. – 165 с.

УДК 664.1.053.2.054

ФАКТОР ПРИСКОРЕННЯ АБСОРБЦІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ЛУЖНИМИ ЦУКРОВИМИ РОЗЧИНАМИ В КРАПЕЛЬНОМУ РЕЖИМІ

Мирончук В.Г., д-р техн. наук, професор, Пономаренко В.В, канд. техн. наук, ст. викладач
Національний університет харчових технологій, м. Київ

В статті розглянуто масопередачу діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами з наступною хімічною реакцією в крапельному режимі. Знайдений фактор прискорення масопередачі внаслідок хімічної реакції і розрахований для деякого стану по приведеним залежностям. Показано, що в розпилюючому абсорбері виконуються умови для протікання хімічної реакції в швидкому режимі. Виконані розрахунки для знаходження коефіцієнту масовіддачі за експериментальними даними і відомим. Показано, що при абсорбції діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами мають місце уподібнені опори як з боку газової, так і з боку рідкої фази, що підтверджує вплив парового потоку на масопередачу.

Ключові слова: розчин, діоксид вуглецю, абсорбція, масопередача, фактор прискорення.

Важливе місце в очищенні цукрового розчину від нецукрів фізико-хімічним методом посідає сатурація [1]. Найкращі показники адсорбційного очищення отримувались в сатураторах періодичної дії при поступовому зниженні лужності цукрового розчину від високої початкової до нормативної.

З переходом на обробку соку в барботажних апаратах безперервної дії показники очищення соку погіршилися внаслідок того, що зони початкової високої лужності, найбільш сприятливої для очищення соку, не існувало. В цьому випадку можна вважати, що процес відбувається за умов ідеального перемішування соку різного ступеню обробки. З огляду на це необхідно прагнути створити такі умови очищення соку в апаратах безперервної дії, які зберігають позитивний ефект апаратів періодичної дії.

Увага вчених і практиків більше направлена на вивчення процесів масопередачі в барботажному режимі, який має місце в типових апаратах сатурації. Сатурація в крапельному режимі вивчена мало, що не дозволяє розраховувати обладнання для його проведення.

Перспективним і на часі є модернізація типових апаратів сатурації з розділенням його на секції при поступовому зниженню лужності, що дозволить збільшити ефективність очищення цукрового розчину, використання діоксиду вуглецю і покращити седиментаційні та фільтраційні властивості осаду.

Модернізацію типових сатураторів доцільно здійснювати шляхом встановлення розпилюючого абсорбера, в якому відбувається контакт розпиленого відцентрово-струминною форсункою дефекованого соку з сатураційним газом [2]. Після проведення предсатурації в крапельному режимі і утворення центрів кристалізації карбонату кальцію суміш подається під рівень соку в нижню частину типового сатуратора, де відбувається основний процес сатурації до досягнення кінцевої лужності.

На основі проведених досліджень нами були проаналізовані процеси масопередачі CO_2 в цукровий розчин в крапельному режимі. Цей процес включає ряд перехідних процесів [3]:

- дифузія реагенту з об'єму газової фази до границі розділу фаз;
- дифузія реагенту від поверхні розділу фаз в об'єм рідкої фази;
- хімічна реакція в рідкій фазі;
- дифузія продуктів реакції в об'єм рідкої фази.

При поглинанні діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами мають місце хімічні реакції, які збільшують швидкість поглинання CO_2 порівняно з чисто фізичною абсорбцією. При цьому слід брати до уваги такі реакції абсорбції CO_2 [1, 3]:



При $\text{pH} > 10$, яке має місце при сатурації цукрових розчинів, швидкість взаємодії за реакцією (1) більш чим в 30 разів інтенсивніша, ніж за реакцією (2) [3]. Тому можна стверджувати, що швидкість поглинання CO_2 визначається швидкістю реакції (1).

Збільшення швидкості поглинання характеризує фактор прискорення хімічної реакції Φ , який показує, в скільки разів коефіцієнт масопередачі при наявності хімічної реакції більший, ніж при чистій фізичній абсорбції [3,4]:

$$\Phi = k_L / k_L^0, \quad (3)$$

де k_L – коефіцієнт масопередачі при наявності хімічної реакції,

k_L^0 – коефіцієнт масопередачі при чистій фізичній абсорбції.

При абсорбції діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами в крапельному режимі фактор прискорення абсорбції CO_2 з достатньою точністю можливо знайти за формулою [4]:

$$\Phi = \frac{2(1 + M\sqrt{\Theta})}{1 + \sqrt{1 + 4\left(\frac{M\sqrt{\Theta}}{R}\right)^2}}, \quad (4)$$

$$M = \frac{[\text{OH}^-]}{q[\text{CO}_2]^P}; \quad \Theta = \frac{D_{\text{OH}^-}}{D_{\text{CO}_2}}; \quad R = \frac{\sqrt{k_2[\text{OH}^-]D_{\text{CO}_2}}}{b_P},$$

де $[\text{OH}^-]$ – концентрація гідроксильних іонів в розчині, кмоль/м³,

q – стехіометричний коефіцієнт,

$[\text{CO}_2]^P$ – рівноважна концентрація діоксиду вуглецю в розчині, кмоль/м³,

D_{OH^-} – коефіцієнт дифузії іонів OH^- в розчині, м²/с,

D_{CO_2} – коефіцієнт дифузії CO_2 в рідині, м²/с, $D_{\text{CO}_2} = 2,04 \cdot 10^{-9}$ м²/с,

k_2 – константа швидкості реакції (A) другого порядку,

b_P – коефіцієнт масовіддачі CO_2 в рідкій фазі, м/с

Виконаємо розрахунки для знаходження фактора прискорення абсорбції CO_2 в крапельному режимі. Початкові умови наступні:

- тиск в абсорбері $P = 0,14$ Мпа;
- температура сатурації – $t = 80$ °С;
- концентрація діоксиду вуглецю в газовій фазі на вході в розпилюючий абсорбер – 27,3 об. %, на виході – 23,8 об. %.

Концентрацію гідроксильних груп у розчині $[\text{OH}^-]$ можемо знайти з умови його електронейтральності:

$$\sum c_i z_i = 0, \quad (5)$$

де c_i – концентрація i -го іона,

z_i – заряд іона (валентність).

При цьому повинні бути враховані всі іони в розчині, у тому числі й ті, які не приймають безпосередньо участі в реакції. Але практично неможливо врахувати всі присутні іони, так як невідомі деякі константи дисоціації, наприклад, константа дисоціації тих кислот, з якими на дефекації взаємодіє розчинене вапно. Тому з деяким наближенням допустимо, що концентрація гідроксильних груп приблизно рівна концентрації розчиненого вапна в розчині: $[\text{OH}^-] = 0,027$ кмоль/м³.

Рівноважна концентрація $[CO_2]^P$ в рідині знаходиться в залежності Генрі:

$$[CO_2]^P = \frac{P_{CO_2}}{m_{pc}}, \quad (6)$$

де P_{CO_2} – парціальний тиск CO_2 в сатураційному газі з врахуванням його насичення парами води:

$$P_{CO_2} = P \cdot Y_{CO_2}, \quad (7)$$

де Y_{CO_2} – мольна доля компоненту CO_2 в сухому газі при робочих умовах,

$$P_{CO_2} = 1,4 \cdot 10^5 \cdot 0,238 = 0,333 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

$$m_{pc} \text{ – константа фазової рівноваги, } m_{pc} = 6210 \cdot 10^3 \frac{m^3 \cdot \text{Па}}{\text{кмоль}}.$$

Або після підстановки в (6) з урахуванням зниження розчинності на 10% в 15 %-вому цукровому розчині: $[CO_2]^P = 0,456 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кмоль}}{m^3}$

Коефіцієнт дифузії іонів OH^- у розчині знаходиться із залежності [10]:

$$D_{OH^-} = \frac{RT(1/n_+ + 1/n_-)}{Fa^2(1/l_+ + 1/l_-)}, \quad (8)$$

де R – універсальна газова константа,

$Fa = 95500$ Кулон/ екВ – число Фарадея,

n_+, n_- – валентність катіонів і аніонів,

λ_+, λ_- – іонні провідності. $\lambda_{+1/2Ca^{2+}} = 59,5$; $\lambda_{OH^-} = 197,6$.

Підстановка числових значень дає $D_{OH^-} = 2,2 \cdot 10^{-9} m^2/c$.

Швидкість реакції (1) пропорційна концентраціям CO_2 і OH^- . Вона є реакцією другого порядку, а її константа швидкості знаходиться в залежності [5]:

$$\lg k_2 = \lg K_{OH^-} + AI, \quad (9)$$

де A – постійна, $A = 0,13 m^3 / (кмоль \cdot c)$

I – іонна сила розчину:

$$I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2 \quad (10)$$

K_{OH^-} – константа швидкості реакції іонів OH^- при безкінечному розбавленні і нульовій іонній силі розчину. Розраховується по формулі Пінсента [5]:

$$\lg K_{OH^-} = 13,635 - 2895/T \quad (11)$$

і при температурі $80^\circ C$ складає: $K_{OH^-} = 272 \cdot 10^3 m^3 / (кмоль \cdot c)$.

Таким чином, можемо розрахувати константу швидкості реакції (1) за рівнянням (9) і вона складає: $k_2 = 274 \cdot 10^3 m^3 / (кмоль \cdot c)$. Для розрахунку коефіцієнта масовіддачі b_p скористаємося залежністю за теорією проникнення Хігбі:

$$b_p = \sqrt{4D_{CO_2} / (\rho t)}, \quad (12)$$

де τ – час оновлення поверхні, с.

В якості характерного часу візьмемо такий проміжок часу, за який проходить зіткнення капель, які вилітають із сопла форсунки. За нашими даними це $t = 2 \cdot 10^{-3}$ с. Такому часу контакту відповідає коефіцієнт масовіддачі при фізичній абсорбції $b_p = 2 \cdot 10^{-3}$ м/с.

За приведеними залежностями знаходяться величини, які необхідні для визначення фактора прискорення: $M = 5,92$; $\Theta = 0,71$; $R = 2,4$, або фактор прискорення абсорбції діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами в крапельному режимі в умовах першої сатурації $\Phi = 2,27$.

Виконаний розрахунок фактора прискорення показує, що в розпилюючому абсорбері виконується умова для протікання швидкої хімічної реакції, оскільки $R > 2$, $M > 5$ [6]. Зміни концентрацій компонентів показані на рис. 1.

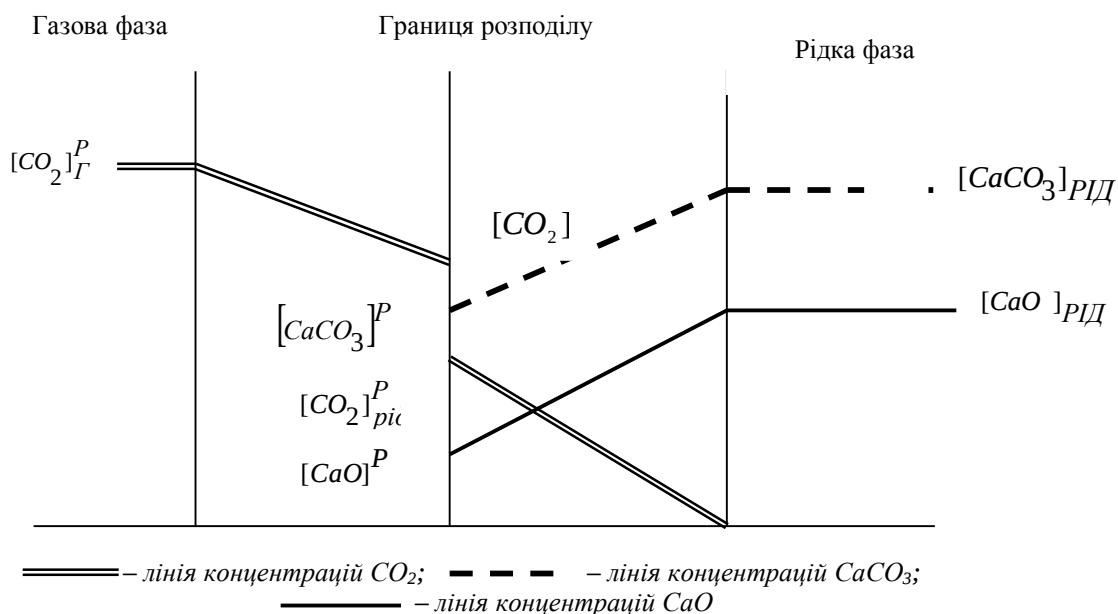


Рис. 1 – Зміна концентрацій компонентів при наявності швидкої хімічної реакції в рідкій фазі

Концентрація діоксиду вуглецю в газовій фазі $[CO_2]_G^P$ падає на границі розділу до рівноважної $[CO_2]_G^P$ і уже в межах пограничного дифузійного шару рідини з $[CO_2]_{pid}^P$ до нуля внаслідок хімічної реакції [6].

Для розрахунку кількості перенесеного CO_2 з газової фази в рідку в розпилюючому ступені контакту фаз запропонована експериментальна залежність об'ємного коефіцієнта масопередачі K_V від приведеної швидкості газу w_G , щільності зрошення U , кількості випареної води на одиницю об'єму абсорбера G_{H_2O}/V_{AB} :

$$K_V = 0.57 w_G^{0.3} U^{0.56} (G_{H_2O}/V_{AB})^{-0.28}, \quad (13)$$

де G_{H_2O} – масова кількість випареної води, кг/с,

V_{AB} – об'єм розпилюючого абсорбера, м³.

Рівняння справедливе в діапазоні зміни параметрів: $w_G = 0,01 - 1,2$ м/с; $U = 0.005 - 0.05$ м/с.

Зробимо перерахунок об'ємного коефіцієнта масопередачі, знайденого для деяких робочих умов сатурації по рівнянню (13) ($K_V = 0,0384$ с⁻¹) до коефіцієнта масопередачі, віднесеного до одиниці поверхні розділу фаз K_G :

$$K_{\Gamma}'' = K_V V_{AB} / F \quad (14)$$

Поверхню масопередачі F знайдемо з допущення, що краплі мають кулеподібну форму, не дробляться, не взаємодіють і мають діаметр d_{32} , який знаходиться по залежності Пажі Д.Г. [7]. Формула дає задовільне збігання експериментальних даних для форсунок різних конструкцій у широкому діапазоні сопл при тиску подачі рідини $1 \cdot 10^5$ Па:

$$d_{32} = 3.2 \cdot 10^{-4} + 0.039 d_C, \quad (15)$$

де d_C – діаметр сопла форсунки, м. Тоді поверхня масопередачі:

$$F = f_1 \cdot n, \quad (16)$$

де f_1 – поверхня однієї кулеподібної краплі, m^2 ,
 n – кількість крапель в об'ємі абсорбера. Очевидно:

$$F = 6 Q_{PID} t'' / d_{32}, \quad (17)$$

де Q_{PID} – об'ємна витрата рідини m^3/s ;

t'' – час перебування рідини в реакторі, с.

Знаючи витрату рідини та розрахувавши час перебування її в реакторі знайдена поверхня масопередачі та коефіцієнт масопередачі, віднесений до одиниці поверхні розділу: $K_{\Gamma}'' = 1,44 \cdot 10^{-3}$ м/с.

При наявності хімічної реакції в рідкій фазі рівняння фазових опорів має такий вигляд [6]:

$$1 / K_{\Gamma}'' = 1 / b_{\Gamma} + m / b_{PID}'', \quad (18)$$

де b_{Γ} – коефіцієнт масовіддачі в газовій фазі;

b_{PID}'' – коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі при наявності хімічної реакції.

Константа фазової рівноваги знаходиться з відношення: $m = [CO_2]_{\Gamma}^{kin} / [CO_2]_{PID}^p = 2,44$;

коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі при наявності в ній хімічної реакції: $b_{PID}'' = \Phi b_p = 4,54 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Для перевірки правильності виконаних розрахунків при знаходженні коефіцієнта масовіддачі в рідкій фазі при наявності хімічної реакції b_{PID}'' скористаємось твердженням [8], що для випадку швидкої хімічної реакції b_{PID}'' є не залежним від b_p при фізичній абсорбції і може бути знайдене за самостійним рівнянням, яке для випадку абсорбції CO_2 з наступною хімічною реакцією другого порядку приводиться до виду:

$$b_{PID}'' = \sqrt{D_{CO_2}^{pid} \cdot K_2 \cdot [OH^-]}, \quad (19)$$

Підставивши числові значення отримаємо значення $b_{PID}'' = 4,7 \cdot 10^{-3}$ м/с. Похибка в знаходженні не перевищує 5 %, що підтверджує правильність вибору часу оновлення поверхні, в плінні якого проходить зіткнення крапель.

Підставивши значення в рівняння (15) маємо значення фазових опорів переходу CO_2 з газової фази в лужний цукровий розчин:

- загальний опір $R_{3A\Gamma} = 1 / K_{\Gamma}'' = 694$ с/м;
- опір зі сторони рідини $R_{PID} = m / b_{PID}'' = 519$ с/м;
- опір зі сторони газу $R_{\Gamma} = 1 / b_{\Gamma} = 175$ с/м.

Висновки

1. В умовах першої сатурації в крапельному режимі фактор прискорення абсорбції діоксиду вуглецю лужними цукровими розчинами $\Phi = 2,27$.

2. В розпилюючому абсорбері виконується умова протікання швидкої хімічної реакції.

3. Приведений розрахунок фазових опорів показує, що при сатурації цукрових розчинів у крапельному режимі мають місце уподібнені опори як з боку газової, так і з боку рідкої фаз. Підтвердженням такого висновку є вплив парового потоку на масопередачу, виявлений нами при дослідженні хемосорбції. Цей вплив виражається відношенням (G_{H_2O} / V_{AB}) (кількість випареної води на одиницю об'єму абсорбера), яке використовується при визначенні об'ємного коефіцієнта масопередачі.

Подальша робота в даному напрямку буде спрямована на розробку методики розрахунку розпилюючого абсорбера для сатурації продуктів цукрового виробництва на базі приведених закономірностей масопередачі діоксиду вуглецю в крапельному режимі.

Література

1. Сапронов А.Р., Бобровник Л.Д. Сахар. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.- с. 256.
2. А.с. № 1490157 (СССР). Сатуратор для свеклосахарного паропроизводства / В.Б.Выскребцов, В.В.Пономаренко - Б. и., 1989, № 24.
3. Астарита Дж. Массопередача с химической реакцией. Изд-во «Химия», Ленинградское отделение, 1971. - стр. 224.
4. О расчете противоточной абсорбции, осложненной необратимой химической реакцией в жидкой фазе/ Аксельрод Ю.В., Дильман В.В., Вайнберг А.М., Фурмер Ю.В. – ТОХТ, т.4, № 6, 1970, с. 845 – 852.
5. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. – М.: Химия, 1982. – 696 с.
6. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
7. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Распылители жидкости. – М.: Химия, 1979. – 216 с.

УДК 664.8.034:614

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕКИ І ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОПТИЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ

Сталімбовська А.С., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджується ринок коптильних препаратів, показаний спосіб і пристрій для здобуття коптильної рідини за допомогою процесу піролізу деревини під дією енергії НВЧ. Наводяться результати досліджень фізико-хімічних характеристик отриманих коптильних рідин.

The market smoke liquids is investigated, the way and the device for reception of smoke liquids by means of process of pyrolysis of wood under the influence of energy OHF is shown. Results of researches of physical and chemical characteristics received smoke liquids are resulted.

Ключові слова: коптильна рідина, піроліз, НВЧ-енергія.

Вступ

За допомогою такого технологічного прийому, як копчення, отримують продукти, що володіють особливими привабливими смаковими властивостями, яким властива підвищена стійкість до окислювальних і мікробіальних змін при зберіганні. В той самий час традиційне копчення має такі недоліки, як трудність здобуття партій однорідної готової продукції. Частково це пов'язано з неможливістю генерації однорідного і стабільного за складом коптильного диму. Іншим істотним недоліком копчення за допомогою деревного диму є наявність у димі канцерогенних і токсичних речовин, шкідливих для здоров'я людини (ці речовини належать до поліциклічних ароматичних вуглеводнів, у числі яких 3,4-бензпірен, що проявляє найбільшу канцерогенну активність). Коптильні препарати і ароматизатори не мають такого недоліку, оскільки при їх виробництві використовуються методи, що виключають потрапляння шкідливих речовин у кінцевий продукт.

Основним способом здобуття коптильних рідин є піроліз деревини і подальша конденсація диму у водному середовищі. Обов'язкова стадія – відділення з водного конденсату смоли і смолистих речовин. Склад

копильних рідин визначається виглядом деревини, способом і температурою піролізу. Залежно від кількості сконденсованого диму забарвлення препаратів може мінятися від світлого до темно-вишневого, так само вміст фенольних і карбонільних з'єднань, кислот – основних показників рідин – змінюється як від кількості сконденсованого диму, так і від температури способу піролізу деревини, її вигляду [6].

Часткова або повна заміна обробки виробів деревним димом на копильні рідини дозволяє вирішити багато санітарно-гігієнічних і екологічних проблем харчових виробництв, інтенсифікувати технології вироблення продуктів, а також сприяє підвищенню їх якості.

На сьогоднішній день у виробництві копильних препаратів існує декілька основних проблем. По-перше, це значна енергоємність устаткування і тривалість технологічного процесу, а також використання додаткових операцій для очищення копильної рідини.

Ринок копильних препаратів.

На світовому ринку харчових добавок представлений широкий асортимент копильних рідин, які випускають в Росії і Європі. В Україні власне виробництво копильних рідин відсутнє.

Основним імпортером рідких димів до України є Росія. На ринку харчових добавок з 2003 року продаж рідкого диму зростає в 20 разів, основними споживачами концентрованого диму стали м'ясо- і рибопереробні підприємства, стали з'являтися нові компанії: "Береза" з маркою "Березовий туман", "ТЕТ" ("Вільховий дим") та інші. Втім, доля кожного з них не перевищує (5-10) %.

Зараз на російському ринку лідером є компанія "Віртекс-food", яка контролює близько 60 % ринку. У сегменті промислових копильних ароматизаторів безумовний лідер — американський гігант Red Arrow [5]. З 2004 по 2007 роки обсяг світового ринку рідкого диму виріс на 85,2 % (рис. 1).

При здобутті копченої продукції перспективним стає бездимний метод з використанням копильних препаратів.

Незважаючи на загальне призначення, копильні препарати істотно розрізняються, перш за все, якістю, яка визначається фракційним складом і, як наслідок, технологічними властивостями, і залежить, головним чином, від способу здобуття препаратів.

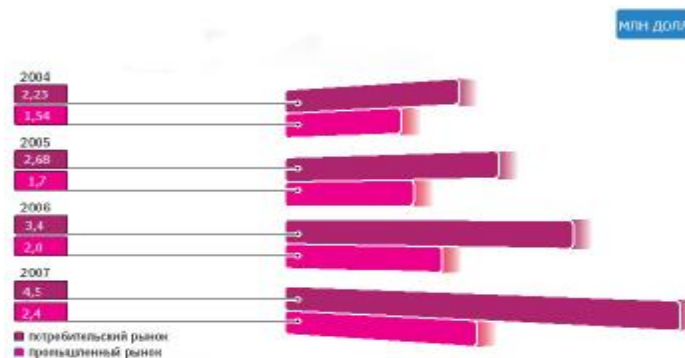


Рис.1 – Динаміка продажу на ринку копильних препаратів

Обов'язковою умовою використання копильних препаратів є відсутність або майже повна відсутність у них канцерогенних речовин і наявність здатності додавати оброблюваному продукту характерні властивості копченого виробу. Виконання цієї умови може бути забезпечене вживанням копильних препаратів, що виготовляються з рафінованих конденсатів диму, які за своїми властивостями найбільш близька до натурального диму [1].

Дим. Його властивості і недоліки.

Процес сухої перегонки (піроліз) – розкладання деревини при нагріванні до 450 °С без доступу повітря з утворенням газоподібних продуктів, рідких речовин і твердого залишку – деревного вугілля. Газоподібні і рідкі продукти виділяються у вигляді парогазової суміші, при охолодженні якої виходить дистилат, що розділяється при відстоюванні на деревну смолу. В середньому в результаті перегонки отримують близько (32–38) % вугілля, (45–50) % рідких речовин, (16,5–18) % газоподібних продуктів. Проблема безпеки продуктів складна та комплексна і вимагає багато зусиль для її вирішення, як з боку вчених-біохіміків, мікробіологів, токсикологів і ін., так і з боку виробників [7].

Дим утворюється в результаті часткової конденсації газоподібних продуктів термічного розкладання різного деревного матеріалу і складається з двох частин: краплинорідкої (дисперсної) фази і газу (дисперсійне середовище). При цьому до краплинорідкої фази, як правило, відносяться досить крупні част-

ки смоли і сажі, а також леткої золи. Якість диму можна визначити шляхом оцінки якості готової продукції. Проте це непряма оцінка, оскільки вплив на якість готової продукції мають також хімічний склад сировини і технологічні режими (параметри) обробки, що вимагає додаткових досліджень. Технологічні властивості диму залежать від його хімічного складу і перш за все від міри насичення ароматичними речовинами. Під час копчення численні компоненти диму потрапляють в оброблюваний продукт і забезпечують його консервацію, ароматизацію і потрібне забарвлення.

Передбачається, що в цих процесах повинні брати участь лише 10% з 5000 компонентів, що реєструються в димі. Інтенсивність забарвлення залежить від ряду чинників, таких, як рН середовища, t і так далі. Забарвлення продукту посилюється під дією світла і кисню, із зміною рН середовища в лужний бік, з підвищенням температури робочого середовища і тривалістю її дії на досліджуваний об'єкт.

Коптильні препарати дають можливість, усунувши з технологічної схеми виробництва операцію димового копчення, зберегти характерні для копчення якісні показники і властивості м'ясних виробів, підвищити рівень їх екологічної безпеки і стабільності при зберіганні.

Дослідна установка

Нова технологія виробництва коптильної рідини, запропонована в ОНАХТ, полягає в сухій перегонці деревини під дією енергії НВЧ – випромінювання. Технологія заснована на властивості води інтенсивно поглинати енергію електромагнітних коливань надвисокої частоти (НВЧ) – випромінювання. При такому способі деревина, що містить вологу, розігрівається зсередини, а отриманий дим фільтрується через пори, очищаючись.

Такий підхід володіє принаймні двома достоїнствами: інтенсивніше йде поглинання енергії і відповідно сильніше нагріваються найвологіші ділянки деревини – отже, тут зсередини піде швидше і вологість деревини поступово вирівнюється; з іншого боку, у міру висихання поглинання електромагнітної енергії знижується, тобто процес має властивість саморегулювання [1].

Використання енергії електромагнітного поля надвисоких частот є одним з методів інтенсифікації процесу піролізу деревини. Для вивчення закономірностей процесу піролізу створений експериментальний стенд [3].

Установка працює таким чином: волога деревина завантажується в димогенератор 1, заповнюючи половину об'єму корпусу, який герметично закривають. У накопичувач рідини 7 заливають питну воду. Магнетрон 2 діє мікрохвильовою енергією на деревину, в результаті нагріву в димогенераторі 1 відбувається піроліз деревини, при цьому димові гази, які утворюються, надходять у відстійник важких фракцій 3, в якого площа поперечного перетину в 8 разів більша за площу поперечного перетину вхідної труби. В результаті різкого зниження швидкості диму важкі смоли осідають на дно відстійника, де залишаються крупні смолисті з'єднання коптильних компонентів розмірами більше 1 мкм. Дим по лінії подачі газу 4 потрапляє в приймальну камеру 5, в яку також по лінії подачі рідини 10 надходить рідина з накопичувача.

У камері струминного абсорбера 6 відбувається взаємодія коптильних речовин з мілкодисперсними краплями рідини, які абсорбується в ній і поступове насичення води компонентами диму. Таким чином, абсорбер виконує функції гідралічного насоса і масообмінного апарата.

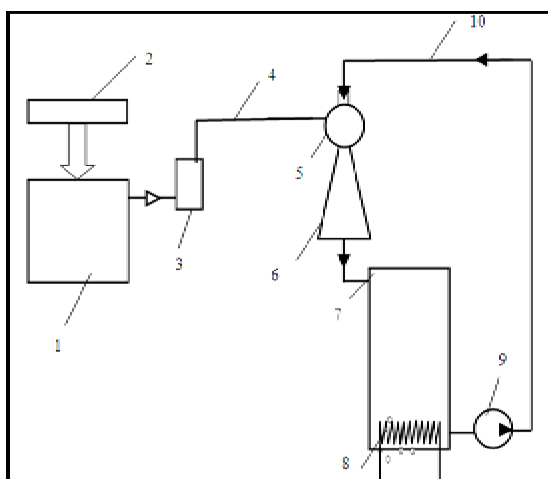


Рис. 2 – Дослідна установка для отримання коптильної рідини

Отриманий водний конденсат диму потрапляє в накопичувач рідини, який забезпечений теплообмінною поверхнею. З метою підвищення копильних компонентів, які містяться, рідина з накопичувача 7 за допомогою насоса 9 знову подається в струминний абсорбер 6. На всіх стадіях процесу відбувається рециркуляція рідини, тобто насичення цієї рідини копильними речовинами до необхідної концентрації. Для здобуття готової копильної рідини застосовують відстоювання і готову рідину розливають у тару. Переваги запропонованого пристрою для здобуття з деревини копильної рідини за допомогою мікрохвильової енергії і струминного абсорбера:

- об'ємний нагрів, з мінімальними температурними градієнтами що дозволяє значно скоротити час процесу піролізу і таким чином збільшити продуктивність пристрою;
- в установці використаний струминний абсорбер, який виконує функції масообмінного апарата і гідравлічного насоса і дозволяє виключити зі схеми абсорбер у вигляді вихрової контактної камери;
- використовується додатковий осаджувач важких фракцій, в якому залишаються крупні смолисті з'єднання копильних компонентів розмірами більше 1 мкм, який виконує функції фільтра, перешкоджаючи попаданню крупних часток диму в абсорбер.

Спосіб здобуття копильного препарату є екологічно чистим. Відсутні шкідливі відходи виробництва, а також не потрібне додаткове очищення копильної рідини. Пристрій забезпечує здобуття продукції високої якості, оскільки компоненти копильної рідини не містять додаткових домішок і канцерогенних компонентів при максимальному вмісті копильних речовин.

Умови проведення експерименту

У досліджах вимірюються тиск активного потоку (робочої рідини на вході в струминний абсорбер), тиск у камері піролізера, електрична потужність, споживана установкою. Фіксується для різних проміжків часу значення сухих речовин в екстракті. Витрата диму визначається за спеціальним тарувальним графіком. Такий графік був побудований у вигляді функціональної залежності свідчень діфманометра і об'ємного витратоміру типа ГСБ – 400 кл. 1. Вага вихідної деревини і деревного вугілля визначається на вагах з погрешністю $\pm 0,5$ г. Отриманні дані дозволяють розрахувати матеріальні баланси процесу, визначити витрату електричної енергії і її питомі витрати. У досліджах змінюються параметри активного середовища на вході в абсорбер, потужність електромагнітного поля, кількість і вологовміст вихідної деревини. Для кожного дослідження будується термограма процесу і залежність концентрації екстракту від часу [4].

Перед початком проведення експерименту враховувалися ряд чинників, що впливають на процес піролізу і відповідно на якість готового продукту. Це сировинні чинники (вологість деревини, порода деревини, величина шматка) і режимні чинники (швидкість, тиск, температура процесу) [8].

Тривалість процесу піролізу залежить від пропускної спроможності деревини, від кількості СВЧ-енергії, поглиненої деревиною, а також об'єму шматка дерева. При піролізі під дією НВЧ перенесення вологи, в основному, відбувається за рахунок фільтрації (вільної води або пари) через пори і капіляри деревини. Двигоном цього процесу є надлишковий тиск усередині деревини, що утворюється при кипінні вільної або зв'язаної вологи.

Експериментальні дані, отримані при проведенні процесу, вказані в таблиці 1. Копильну рідину отримували з деревини горіха, вишні і персика. З таблиці можна побачити, що отримана копильна рідина не містить канцерогенних і токсичних речовин, а отже безпечна для вжитку.

З врахуванням викладених вище чинників проведений комплекс експериментальних досліджень. У досліджах визначали тип деревини, вимірювалися вологість і температури середовища і деревини на різних стадіях процесу, регулювалася потужність магнетрона, фіксувався тиск і інші параметри, що впливають на процес [4]. Практичні дослідження показали, що при надлишковому тиску усередині деревини тривалість процесу піролізу залежить від породи, маси деревини та швидкості відведення копильних компонентів із зони термолізу [8].

Типова картина зміни температур парогазового потоку в різних елементах установки наведена на рис.1.

Фізико-хімічна характеристика отриманих зразків копильної рідини

В ході експерименту з'ясувалося, що кожному отриманому препарату властиві індивідуальні, характерні лише для нього смак і аромат, вміст сухих речовин і рН також різний [8].

Копильна рідина, отримана методом водної абсорбції продуктів піролізу деревини, є прозорою рідиною від ясно-жовтого до ясно-коричневого кольору залежно від концентрації і характеризується таким складом: кислоти (0,1 – 4,0) %, феноли (0,2 – 1,0) %, карбонільні з'єднання (4,5 – 30,0) мМ/100мл, вміст токсичних елементів, міліграм/л, не більше: цинк – 1,2; миш'як – 0,05; кадмій – 0,01; ртуть – 0,005; мідь – 1; свинець – 0,1; ртуть – 0,005; бензпирен – не більше 0,05 мкг/кг.

Оскільки в описаній технології здобуття коптільного препарату йде поглинання водою продуктів контрольованого піролізу з подальшим дозріванням і багатоступінчастою фільтрацією водного конденсату диму, то це дозволяє відокремити основну кількість смол. При цьому вміст токсичних речовин і канцерогенів у препараті значно менший, ніж у звичайному деревному димі. Зокрема, доля поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАУ), серед яких виділяється 3,4 – бензпірен, канцерогенна активність якого більша, ніж у інших представників цієї групи з'єднань, і який з цієї причини є індикатором канцерогенності коптільного диму, не перевищує 0,05 мікрограма/кг.

ПАУ є сильними канцерогенами і, включаючи їх похідні, належать до найбільшої групи канцерогенів, до найбільш активних канцерогенів відносять 3,4-бенз(а) пірен.

Основним механізмом їх канцерогенної дії є утворення з'єднань з молекулами ДНК. ПАУ утворюються в процесах згорання нафтопродуктів, вугілля, дерева, їжі, тютюну. Представники цієї групи з'єднань виявлені в коптільному димі, де ідентифіковано близько 30 різних представників ПАУ. Канцерогенна активність ПАУ на (70-80) % обумовлена бенз(а) піреном. Тому по присутності бенз(а) пірена в продукті можна судити про міру їх забруднення ПАУ. Термічна обробка значно збільшує його вміст [7].

Вжиток продуктів, що містять підвищені кількості важких металів, становить ризик для людей, який може виявитися гострими інтоксикаціями, а також мутагенним, канцерогенним ефектами.

Були проведені аналізи на вміст токсичних елементів (Табл. 1). За результатами аналізів видно, що гранично допустима концентрація (ГДК) не перевищує встановлених норм [8]. Крім того, потрібно відзначити, що аналіз даних рідин брали безпосередньо після проведення експерименту, без проведення додаткових очищень.

Таблиця 1 – Середні характеристики отриманих коптільних препаратів з деревини вишні, персика і горіха

Найменування показника	Середні показники
Зовнішній вигляд	рідина від жовтого до темно-коричневого кольору, допускається наявність невеликого осаду
Запах	Характерний запах копченої продукції
Щільність, г/см ³	1,351-1,365
Сухі речовини, %	1-6
pH	2,3-3,19
Важкі метали, токсичні елементи (Zn, Cd, Cu, Pb, Hg, As)	У межах ГДК
Пестициди	У межах ГДК
Вміст важких вуглеводнів типу бензпірену	У межах ГДК

Висновки

Запропоновані принципи використання енергії СВЧ-поля забезпечують екологічно чисту технологію виробництва коптільного препарату. Отримуваний продукт є безпечним, зберігає в собі всі необхідні коптільні компоненти. Спосіб є найбільш економічним, і препарати такого роду можуть в максимальній мірі відтворювати ефект копчення, тобто додавати оброблюваним продуктам характерні смакові властивості, колір і здатність протистояти швидкому псуванню за відсутності канцерогенних і токсичних речовин. Проведені в лабораторних умовах дослідження дозволили встановити ряд залежностей, які визначають вплив різних чинників на процес піролізу, а також зв'язок між хімічним складом деревини і продуктами її термічного розпаду. Дослідження процесу піролізу деревини показали, що на результати процесу впливають сировинні і режимні чинники, а коптільна рідина, отримана на базі ОНАХТ, володіє високими органолептичними і фізичними властивостями за відсутності небажаних токсичних і канцерогенних речовин.

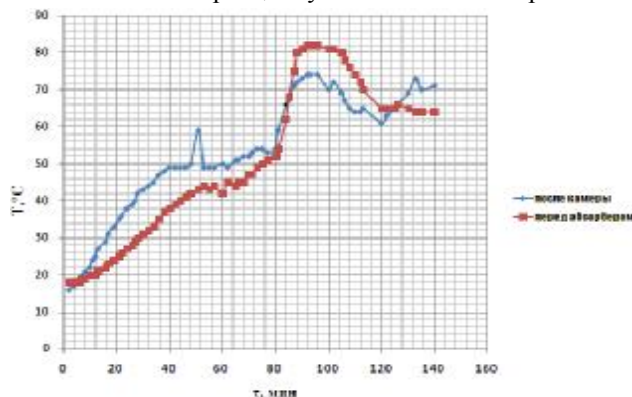


Рис 3 – Термограма процесу при піролізі деревини

Література

1. Савенко Г., Шутов С. Исследование поглощения энергии СВЧ – поля при сушке древесины сосны в объемном резонаторе. "Деревообрабатывающая промышленность" № 2. 2004. стр. 10–11
2. Бурдо О.Г., Сталімбовська А.С. Моделирование тепловых режимов процесса пиролиза древесины. Наукові праці. – Випуск 28. Т.2. – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій-2006.- С.265-271
3. Бурдо О.Г., Саламаха В.І., Сталімбовська Г.С. Перспективи виробництва коптільних препаратів // Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. Вип.37. – Одеса, 2007. стр. 45-48.
4. Сталімбовська А.С. Экспериментальные исследования процесса пиролиза древесины// Наукові праці. – Випуск 30 Т.1. – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій – 2007, стр. 233-245
5. Журнал «Секрет Фирмы» № 15 (247) от 21.04.2008
6. Журнал "СЕВЕР промышленный" № 4, 2006 г.
7. Никифорова, Т.Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учеб. пособие/ ГОУ ВПО «Иван. Гос. Хим.-технол. Ун-т». Иваново, 2007.-С.115-119.
8. Сталімбовська А.С. Исследование процесса термического разложения различных пород древесины под действием энергии СВЧ// Наукові праці. – Випуск 35. Т.2. – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій – 2009.-С.257-262 с.

УДК 664.661.12.021.3

ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНОПРЕПАРАТІВ

Білонога Ю.Л., доктор технічних наук, Драчук У.Р., аспірант
Львівський національний університет ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького, м. Львів

*При виробництві гепарину, хонсуриду запропоновано проводити процес екстрагування у псевдозрі-
деному шарі. Інтенсифікувати процеси екстрагування можна введенням у розчини екстрагентів поверх-
нево-активних речовин (ПАР) – бутанолу (одноатомного спирту).*

*During production of gtparin, honsuryd it was proposed to carry out the proctss of indirect extraction sn
pseudoliquefied layer. Intensify processes extraction be putting in a solution extractants surface-aktyenyh sub-
stances (SAS) - butanol (monoatomic alcohol).*

Ключові слова: приповерхневий ламінарний шар, поверхнево-активні речовини (ПАР), розчин екст-
рагента, гепарин, хонсурид, органопрепарати.

Найважливішим кроком технологічних схем виробництва органопрепаратів є процеси екстрагування відповідних субстанцій. Суть процесу екстрагування в системі тверде тіло – рідина поділяється на дві стадії: молекулярну дифузію всередині твердого тіла до його поверхні та молекулярний перехід цільового компонента з поверхні твердого тіла в рідину (розчин екстрагенту). Останній процес називається масовіддачею. Нами показано, що формування приповерхневого ламінарного (Л) шару є важливою характеристикою при інтенсифікації процесу масообміну. Позитивний вплив на процес екстрагування може мати зменшення товщини приповерхневого (Л) шару, оскільки в ньому концентрується 98% дифузійного опору системи тверде тіло – рідина [1].

Сировина для виробництва органопрепаратів (гепарину та хонсуриду) – це хрящі трахеї та носа і легені забійних тварин, які є капілярно-пористим матеріалом. Для вирішення задачі інтенсифікації процесу виробництва гепарину ми запропонували вводити в розчини екстрагентів поверхнево-активні речовини (ПАР), оскільки вони можуть зменшувати коефіцієнти поверхневого натягу та динамічної в'язкості розчинів. Зменшення таких характеристик позитивно впливає на зменшення середньої товщини приповерхневого (Л) шару [2].

Фізичний стан рідини можна описати багатьма властивостями. Розглянувши значення рівнодійної молекулярних сил притягання, які прикладені до молекули всередині рідини, що рухається хаотично, буде близькою до нуля. Молекули, які знаходяться у приповерхневому шарі, мають нижню рівнодійну молекулярних сил значно більшу, ніж силу притягання у верхній частині. Тому молекули рідини, які знаходяться в її приповерхневому шарі втягуються всередину рідини, і їх потенціальна енергія більша, ніж у молекул, які знаходяться всередині рідини. Молекули рідини у приповерхневому шарі мають додаткову потенціальну енергію, тобто вільну енергію, що утворює плівку на поверхні рідини. Завдяки силам моле-

кулярної взаємодії на границі розділу фаз речовини (рідини) можуть концентруватися певні речовини (рідини), що будуть знижувати коефіцієнт поверхневого натягу. Такі речовини, що адсорбуються на поверхні розділу фаз, називаються поверхнево-активними речовинами (ПАР). Термін ПАР характеризує здатність речовини знижувати коефіцієнт поверхневого натягу, тобто міжфазну рівновагу в гетерогенній системі. Якщо система складається з декількох речовин, то коефіцієнт поверхневого натягу буде залежати від їх концентрацій. Коефіцієнт поверхневого натягу визначається числом, природою і концентрацією всіх речовин, що утворюють дану систему. В одній і тій самій системі в різних концентраціях дана речовина може як підвищувати, так і знижувати коефіцієнт поверхневого натягу [3]. Ми проводили дослідження щодо зниження коефіцієнта поверхневого натягу сольових розчинів екстрагентів при виробництві деяких органопрепаратів. Зменшення цього показника дає змогу інтенсифікувати процеси екстрагування у складних технологічних схемах виробництва органопрепаратів.

Спирти, похідні вуглеводнів, із збільшенням молекулярної маси зменшують коефіцієнт поверхневого натягу. Сольові розчини кухонної солі (екстрагент при виробництві гепарину) і хлориду калію з карбонатом калію (екстрагент при виробництві хонсуриду) мають коефіцієнт поверхневого натягу вищий, ніж вода. Посилаючись на відоме правило Траубе-Дюкло, при проведенні досліджень ми додавали пропанол, бутанол, і в однакових співвідношеннях пропанол з бутанолом, і встановили, що мінімум коефіцієнта поверхневого натягу у розчинах досліджуваних екстрагентів буде при додаванні бутанолу. Експериментально встановили, що оптимальна концентрація 86 % бутанолу для зменшення коефіцієнта поверхневого натягу в розчині 5 % кухонної солі 0.5 мл спирту на 10 мл екстрагента. Графік 1 показує зміни коефіцієнта поверхневого натягу промислового розчину екстрагента при додаванні різних масових часток запропонованих спиртів. Ці дослідження були проведені поширеним і досить точним методом вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу на границі рідина-повітря, рідина-рідина, тобто методом зважування

крапель. Величину коефіцієнта поверхневого натягу розраховували за формулою: $\sigma = \frac{Q}{2\pi r}$, де Q – маса краплі, r – радіус піпетки.

Коефіцієнт динамічної в'язкості у промисловому і запропонованому нами розчинах визначали експериментально за допомогою капілярного віскозиметра (прилад Арреніуса).

Коефіцієнт динамічної в'язкості розраховували за формулою: $m = \left(\frac{prgd^4t}{128Vl} \right) \cdot \left(l + \frac{h}{2} \right)$, де m коефіцієнт динамічної в'язкості, Па·с; r – густина середовища, кг·м³; d – діаметр капіляра, м; t – час витікання розчину, с; V – об'єм розчину, м³; l – висота розширеної частини, м; h – довжина капіляра, м;

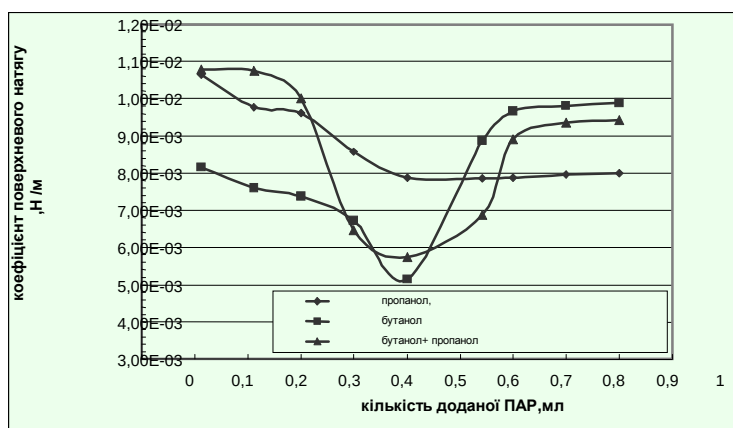


Рис. 1 – Зміна коефіцієнта поверхневого натягу екстрагента при застосуванні в якості ПАР деяких одноатомних спиртів

Додатково це було підтверджено додаванням запропонованої кількісної концентрації одноатомних спиртів (пропанолу, бутанолу, суміші пропанолу з бутанолом) до різних концентрацій сольового розчину кухонної солі (хлориду натрію NaCl).

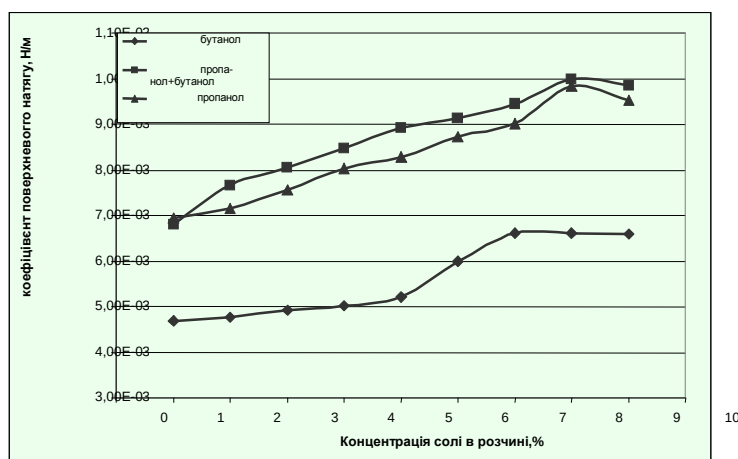


Рис. 2 – Зміна коефіцієнта поверхневого натягу при різній концентрації солі з постійною концентрацією ПАР (екстрагування гепарину)

Як бачимо з рисунку 2, при збільшенні концентрації солі коефіцієнт поверхневого натягу зростає. При зміні концентрації солі після 5 % розчину коефіцієнт поверхневого натягу майже не змінюється. Це означає, що при 5%-ній концентрації NaCl і додаванні 5 % бутанолу в якості ПАР настає критична концентрація міцеллоутворення, тобто максимальна концентрація ідеально розчинної ПАР.

Аналогічно проведені дослідження з додаванням ПАР до розчину екстрагенту при виробництві хонсуриду. В досліджуваній базовий розчин (1 % K_2CO_3 в 25 % KCl) для зменшення коефіцієнта поверхневого натягу додавали бутанол і встановили його оптимальну концентрацію 0,5 мл на 100 мл розчину.

Таблиця 1 – Зміна коефіцієнтів σ та μ з різними екстрагентами

Суміш	Маса 10 крап., гр	Маса 1 краплі, гр	Коефіцієнт поверхневого натягу, σ Н/м	Коефіцієнт динамічної в'язкості Па · с
Базовий екстрагент	0,302	0,03002г	0,0874	0,00122
Базовий екстрагент + 0,03мл бутанолу	0,328	0,0328	0,0949	
Базовий екстрагент + 0,04мл бутанолу	0,384	0,0384	0,111	
Базовий екстрагент + 0,05мл бутанолу	0,194	0,0194	0,0561	0,00049
Базовий екстрагент + 0,06мл бутанолу	0,292	0,0292	0,0845	

В сольовий розчин різних концентрацій додавали встановлену нами експериментально оптимальну концентрацію ПАР (бутанолу), при якій коефіцієнт поверхневого натягу є мінімальним.

Середні товщини приповерхневих Л шарів із застосуванням промислових і запропонованих нами розчинів розраховували за методикою [4,5]:

$$d = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot \cos \theta \cdot s}{g(r_c - r_u)}}}{K_{T(n)}^{\mu}} = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot 0,88 \cdot 0,01150}{9,8(1039 - 664)}}}{5,2} = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ м, для промислового розчину при}$$

виробництві гепарину, де $K_{T(n)}^{\mu} = \frac{0,152 \cdot (\gamma \cdot Ar_M)^{0,715}}{2} = \frac{0,152(0,58 \cdot 635,8)^{0,715}}{2} = 5,2$ - коефіцієнт

турбулізації Л шару для перехідного режиму осадження, $\cos \theta = 0,88$ – гідрофільність сировини (легенів забійних тварин).

$$d = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot \cos q \cdot s}{g(r_c - r_q)}}}{K_{T(II)}^U} = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot 0,88 \cdot 0,00516}{9,8(1030 - 664)}}}{39,54} = 0,87 \cdot 10^{-3} \text{ м, для запропонованого розчину}$$

з додаванням ПАР при виробництві гепарину, де $K_{T(II)}^U = 39,54$ - коефіцієнт турбулізації Л шару для перехідного режиму.

$$\frac{\delta_6}{\delta_3} = \frac{9,7}{0,87} \approx 11 \text{ разів кращі екстрагуючі властивості.}$$

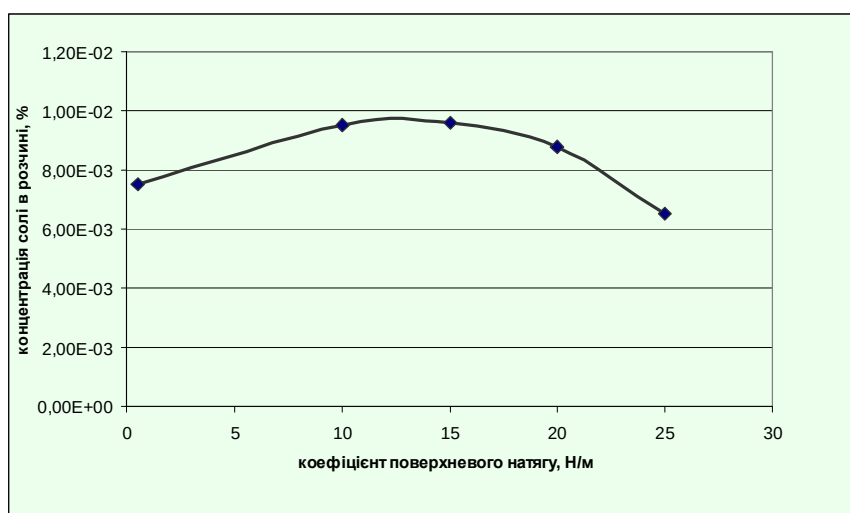


Рис. 3 – Зміна коефіцієнта поверхневого натягу при зміні концентрації солі і стабільній концентрації ПАР (екстрагування хонсуриду)

Таблиця 2 – Фізичні характеристики розчину при екстрагуванні гепарину

Характеристики	Промисловий розчин	Запропонований розчин
Густина сировини ρ_q	664 кг/м ³	664 кг/м ³
Густина розчину ρ_c	1039 кг/м ³	1030 кг/м ³
Коефіцієнт поверхневого натягу σ	0,01150 Н/м	0,00516 Н/м
Коефіцієнт динамічної в'язкості μ	0,0105 Па · с	0,00025 Па · с
Коефіцієнт форми частинки	$\Psi = 0,58$	$\Psi = 0,58$
Гідрофільність частинки	$\cos\theta = 0,88$	$\cos\theta = 0,98$

Середні товщини приповерхневих Л шарів при виробництві хонсуриду із застосуванням промислового і запропонованого нами розчинів будуть такими:

$$d = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot \cos q \cdot s}{g(r_q - r_c)}}}{K_{T(II)}^U} = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot 0,0874 \cdot 0,66}{9,8(1320 - 1181)}}}{2,77} = 7,2 \text{ мм, при екстрагуванні промисловим розчином.}$$

$$d = \frac{\sqrt{\frac{9,42 \cdot 0,0561 \cdot 0,77}{9,8(1320 - 1165)}}}{13,61} = 1,1 \text{ мм, при екстрагуванні запропонованим розчином.}$$

Таблиця 3 – Фізичні характеристики розчину при екстрагуванні хонсуриду

Характеристики	Промисловий розчин	Запропонований розчин
р _ч густина сировини (хрящів),	1320 кг / м ³	1320 кг / м ³
ρ _с густина екстрагента,	1181 кг / м ³	1165 кг / м ³
σ коефіцієнт поверхневого натягу,	0,0874 Н / м	0,0561 Н / м
μ коефіцієнт динамічної в'язкості,	0,00122 Па · с	0,00042 Па · с
гідрофільність хрящів	cos θ – 0.66	cos θ – 0.99

Порівнявши величини приповерхневих Л шарів при екстрагуванні хонсуриду маємо в 6,5 рази кращі екстрагуючі властивості.

Для інтенсифікації процесів масообміну при виробництві органопрепаратів запропоновано проводити екстрагування у псевдозрідженому шарі [6], оскільки споживана потужність менша ніж при перемішуванні. Крім цього, покращується доступ екстрагента до подрібнених частинок сировини, тобто омивання частинок подрібненої сировини екстрагентом є інтенсивніше.

За співвідношенням [7] маємо:

при виробництві гепарину

$$\frac{M_z}{M_6} = \frac{Re_z^{0,5} \cdot d_6^2}{Re_6^{0,5} \cdot d_z^2} \left(\frac{Re_z^{0,5}}{Re_6^{0,5}} \cdot 0,66 \right)^{0,66} = \frac{296^{0,5} \cdot 2^2}{144^{0,5} \cdot 1^2} \left(\frac{296^{0,5}}{144^{0,5}} \cdot 0,66 \right)^{0,66} \approx 5,38 \text{ рази кращі екстра-}$$

гуючі властивості.

$$\frac{M_z}{M_6} = \frac{Re_z^{0,5} \cdot d_6^2}{Re_6^{0,5} \cdot d_z^2} \left(\frac{Re_z^{0,5}}{Re_6^{0,5}} \cdot 0,66 \right)^{0,66} = \frac{810^{0,5} \cdot 4,2^2}{410^{0,5} \cdot 3^2} \left(\frac{810^{0,5}}{410^{0,5}} \cdot 0,66 \right)^{0,66} \approx 3,2 \text{ рази кращі екстра-}$$

гуючі властивості при виробництві хонсуриду

де M_z , M_6 – маси екстракту що виділяється із сировини за одиницю часу, Re_z , Re_6 – критерії Рейнольдса при застосуванні промислового і запропонованого способів, d_z , d_6 – середні діаметри подрібнених частинок, величину яких, нами оптимізовано раніше [8,9].

Висновки

Застосування спирту буганолу у відповідних концентраціях у промислових розчинах при екстрагуванні гепарину, хонсуриду сприяє інтенсифікації процесу в цілому.

Література

- Білонога Ю.Л. Про техніко-економічну доцільність використання псевдозрідженого шару при виробництві інсуліну/ Білонога Ю.Л., Ціж Б.Р., Білонога Д.М., Варивода Ю.Ю. //Науковий вісник ЛАВМ імені С.З. Гжицького. – 2002.-Т.4, №1. – С.156 – 159.
- Білонога Ю.Л. Оптимізація параметрів екстрагування у псевдозрідженому шарі при виробництві органопрепаратів /Кравців Р.Й // Наукові праці ОНАХТ. – 2006. – №28. – С.174 –181.
- Елисеев С.А. Поверхностно-активные вещества и биотехнология / С.А. Елисеев, Р.В. Кучер. – Киев: Наук. Думка. – 1991.–145с.
- Білонога Ю.Л. Спосіб інтенсифікації процесу екстрагування хонсуриду із застосуванням поверхнево-активних речовин / Ю.Л. Білонога, Б.Р. Ціж, Ю.Ю. Варивода,У.Р. Драчук // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. - 2008. – Т.10. №2. (37). – С.14 – 18.
- Білонога Ю.Л. Шляхи енергозбереження із використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) при екстрагуванні гепарину у псевдозрідженому шарі /Драчук У.Р.// Інтегровані технології та енергозбереження. –2009. – №2. – С.8-12.
- Білонога Ю.Л. Оптимізація параметрів екстрагування у псевдозрідженому шарі при виробництві органопрепаратів /Кравців Р.Й // Наукові праці ОНАХТ. – 2006. – №28. – С.174-181.
- Білонога Ю.Л. Інтенсифікація та оптимізація тепломасообмінних процесів при виробництві органопрепаратів і переробці вторинної сировини м'ясокомбінатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктор техн. наук: спец. 05.18.12. «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Ю.Л. Білонога. – Одеса, 2006. – 36, [14-18]с.
- Білонога Ю.Л. Оптимальні параметри проходження дифузійних процесів при екстрагуванні хонсуриду / Ціж Б.Р., Варивода Ю.Ю., Драчук У.Р.// Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. – 2008. – Т.10. №4. (39). – С. 9-13.
- Білонога Ю.Л. Екстрагування гепарину з використанням псевдозрідженого шару у гравітаційному екстракторі та оптимізація параметрів подрібнення сировини / Білонога Ю.Л., Драчук У.Р., Варивода Ю.Ю.// Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. – 2009. – Т.11. №2 (41). Частина 5. – С. 10-14.

КАВІТАЦІЙНЕ ДИСПЕРГУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ХАРЧОВИХ ЕМУЛЬСІЙ

Литвиненко О.А., доцент, Некоз О.І., Колногуз О.А.
Національний університет харчових технологій, Київ

В статті наведено результати експериментальних досліджень авторів з обробки багатокомпонентних харчових емульсій за допомогою гідродинамічної кавітації. З'ясовано переваги цього способу в порівнянні з традиційною технологією.

In article results of experimental data of authors on processing multicomponent food emulsions by means of hydrodynamic cavitation are induced. It is shown advantages of this method in comparison with traditional technologies.

Ключові слова: гомогенізація, гідродинамічна кавітація, кавітаційні пристрої.

Як показує аналіз типових технологічних схем і відповідного обладнання, більшість процесів в хімічній, нафтохімічній, харчовій та інших галузях промисловості є енерговитратними та потребують вдосконалення. Водночас ефективність оброблення забезпечує необхідну якість кінцевих продуктів. Очевидно, що одним з найважливіших напрямків зменшення питомих енерговитрат на виробництво продукції є використання сучасних методів інтенсифікації технологічних процесів. До таких методів відносять явища, що супроводжують кавітацію. Кавітаційна дія на оброблювані середовища здійснюється в обладнанні спеціального призначення – кавітаційних пристроях, які за принципом дії та конструктивно розділяють на чотири основних типи [1]. В пристроях першого типу кавітація генерується гідродинамічним шляхом внаслідок вибору форми робочої камери, або розміщенням в останній кавітуючих елементів (кавітаторів).

В кавітаційних пристроях другого типу (гідродинамічні випромінювачі роторного та проточного типів) кавітація створюється при періодичній зміні тиску рідини гідродинамічним шляхом.

До третього типу кавітаційних пристроїв належить обладнання, в якому кавітація виникає внаслідок пульсацій тиску від коливань акустичного випромінювача в ультразвуковому спектрі частот.

Четвертий тип пристроїв використовує високовольтний розряд в рідині (електрогідролітичний ефект), внаслідок електропробою якої, в зоні оточення каналу розряду виникають високі імпульсні тиски, що генерують кавітацію.

Аналіз конструкцій пристроїв та досвід їх використання в промисловості свідчить, що найбільш ефективним та зручним способом генерування кавітації в потоці рідини є гідродинамічний, а пристрої проточного типу з нерухомим кавітатором в робочій камері є найбільш зручним в експлуатації.

Основним робочим органом гідродинамічних кавітаційних апаратів (ГКА) є проточна робоча камера з встановленим кавітуючим елементом (кавітатором). За ним утворюється бульбашкове кавітаційне поле, що є джерелом інтенсивної дії на оброблюване середовище. При цьому ефективність кавітаційного впливу визначається кратністю оброблення в ГКА.

Одним із шляхів вдосконалення конструкцій кавітаційних апаратів є послідовне встановлення в проточній камері кількох кавітаторів. Це дозволяє зменшити тривалість оброблення, питомі енерговитрати і максимально повно використати енергію технологічного потоку.

Використання запропонованих конструкцій при приготуванні водно-олійних емульсій з вмістом дисперсної фази 10...15 % показало їх високу ефективність [2].

При приготуванні багатокомпонентних харчових продуктів, наприклад, майонезів, для забезпечення необхідних споживчих властивостей важливе значення має не тільки рівномірний розподіл компонентів в об'ємі продукту, але і його якісна гомогенізація. Чим вища дисперсність жиру, тим більша стабільність емульсій [3].

В промисловому технологічному процесі з цією метою використовуються гомогенізатори типу ОГМ, які випускаються серійно. Вони, як відомо, становлять собою плунжерні насоси, де гомогенізація відбувається за рахунок пропускання рідини, яка обробляється, під тиском (12...20) МПа крізь щілини клапанів [4]. Ця операція відрізняється значними питомими енерговитратами, а обладнання – високою металоємністю та низькою надійністю. В роботах [5,6] відмічено, що ультразвукові коливання і виникаючі при цьому кавітаційні ефекти можна використовувати для ефективного перемішування компонентів майонезу. При цьому встановлено, що на ефективність кавітаційної обробки впливають інтенсивність і частота коливань, температура, тривалість обробки, концентрації компонентів.

Використане обладнання має невелику продуктивність і не зовсім придатне для роботи з харчовими середовищами. Це пояснюється високими питомими енерговитратами, неможливістю регулювання інтенсивності впливу на середовище, низькою ефективністю обробки багатокомпонентних продуктів, наприклад, суспензій, в яких ерозійна активність кавітаційних бульбашок зменшується, а також з причиною кавітаційно-ерозійного руйнування металевого випромінювача.

Відомо про використання для приготування майонезів роторно-пульсаційних апаратів (РПА). Але вони потребують підтримання сталого зазору між роторами, який становить (1...1,5) мм, а також не забезпечують рівномірність обробки продукту [7].

Цих недоліків позбавлені проточні кавітаційні пристрої, в яких кавітація утворюється за рахунок раптової зміни геометрії течії технологічного потоку. Для вивчення гомогенізуючого ефекту гідродинамічної кавітації та підбору оптимальних режимів обробки майонезів були проведені промислові дослідження при приготуванні майонезу «Провансаль». Напівпродукт, що обробляли, являє собою суміш компонентів попередньо перемішаних за допомогою механічної мішалки. Принципову схему експериментальної дослідно-промислової установки наведено на рисунку. Установка має технологічну ємність 1 місткістю 1000 л і механічну мішалку 2 з електродвигуном 3. Суміш пропускали крізь кавітаційний гомогенізатор 4, створюючи необхідний швидкісний напір насосом 5. Для регулювання продуктивності та режиму гідродинамічної кавітаційної обробки використовували вентилі 6, 7. Тиск в апараті 4 визначали за допомогою манометрів 8, 9. Температуру середовища підтримували сталою в діапазоні (35...40) °С та контролювали за допомогою термометра. Зразки готового продукту після кожного дослідження відбирали через пробовідбірник 10.

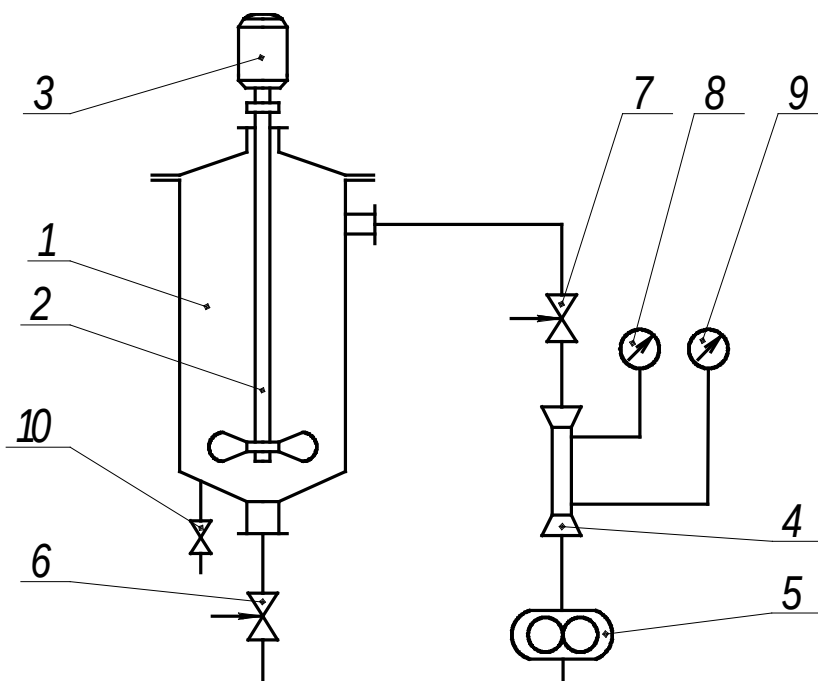
Кавітаційний гомогенізатор 4 являє собою апарат з проточною камерою, в якій послідовно встановлено кавітатори. Конструкція кавітатору дозволяє змінювати його розміри в поперечному перерізі і, таким чином, регулювати характеристики кавітаційного поля, яке виникає. Це дає можливість регулювати інтенсивність впливу на середовище [8].

Послідовність проведених дослідів полягала в наступному: компоненти суміші завантажували в технологічну ємність 1 і перемішували протягом (1...1,5) хв за допомогою мішалки 2 для їхнього рівномірного розподілу, потім насосом 5 середовище прокачували крізь гомогенізатор 4 в режимі циркуляції через ємність 1. Регулювання інтенсивності кавітаційного впливу здійснювали за допомогою вентилів 6, 7, змінюючи витрату середовища і робочий тиск в гомогенізаторі 4. Тиск та тривалість обробки підбирали таким чином, що поряд з гомогенізацією (чи після неї) може відбуватися коалесценція. В цьому випадку вирішальним фактором є тривалість обробки, тобто кратність кавітаційного впливу на продукт. Дослідженнями встановлено, що для отримання необхідного технологічного результату оптимальна кратність кавітаційного впливу в гомогенізаторі дорівнює двом, що відповідає чотирикратній обробці технологічного потоку в кавітаційному гомогенізаторі при швидкості в зазорі (14,0...14,8) м/с в місці розміщення першого кавітатора. При натіканні технологічного потоку на наступний кавітатор суміш перерозподіляється, що сприяє забезпеченню необхідної якості продукту.

Такий самий напівпродукт обробляли в гомогенізаторі ОГМ-5М відповідно до діючої технології. Зразки готового майонезу, отримані за допомогою кавітаційного гомогенізатора і гомогенізатора ОГМ-5М, паралельно оцінювались на відповідність ДСТ Р 501173-92 та за діючими методиками. Встановлено, що зразки мають схожість за зовнішнім виглядом, консистенцією, органолептичними показниками. Розмір жирових частинок в зразках однаковий і становить (2...3) мкм, що було визначено за допомогою мікроскопу порівняння МС-51. Проте, кавітаційний гомогенізатор за техніко-економічними показниками значно перевищує гомогенізатори типу ОГМ, які випускаються серійно (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльні техніко-економічні показники гомогенізаторів

Показники	Гомогенізатор ОГМ-5М	Кавітаційний гомогенізатор
Продуктивність, м ³ /год	5000	10000
Робочий тиск, МПа	12,5	1,2
Потужність електродвигуна насоса, кВт	30	10
Питомі витрати енергії на 1т майонезу, кВт/т	6	1
Габаритні розміри, мм		
довжина	1280	490
ширина	1000	160
Маса, кг	1300	7,5 (без насоса)



1 – ємність; 2 – мішалка; 3 – електродвигун; 4 – кавітаційний гомогенізатор; 5 – насос;
6, 7 – вентилі; 8, 9 – манометри; 10 – пробовідбірник.

Рис. 1 – Схема експериментальної дослідно-промислової установки

Висновки

Отримані результати вказують на можливість використання гідродинамічної кавітаційної гомогенізації у виробництві майонезів. При необхідності, гомогенізацію та окремі операції змішування можна поєднати і, таким чином, спростити технологічний процес.

А також, для зменшення питомих енерговитрат, спрощення технологічного процесу і його прискорення доцільним є використання гідродинамічних кавітаційних пристроїв з послідовними зонами оброблення. Для продуктів з іншою рецептурою і фізико-хімічними властивостями необхідно проводити попередні дослідження, на підставі яких і розробляти відповідні рекомендації.

Література

1. Федоткин И.М., Жарик Б.Н., Погоржельский Б.И. Интенсификация технологических процессов пищевых производств. – Киев.: Техніка, 1984. – 176 с.
2. Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості / О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, П.М. Немирович, З. Кіндрат. – К.:РВЦ УДУХТ, 1999. – 87 с.: іл..
3. Козин Н.И. Пищевые эмульсии. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 116 с.
4. Мухин А.А., Кузьмин Ю.Н., Гисин И.Б. Гомогенизаторы для молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 64 с.
5. Клейтон В. Эмульсии, их теория и технические применения. – М.: Иностранная литература, 1950. – 679 с.
6. Беззубов А.Д., Гарлинская Е.И., Фридман В.М. Ультразвук его применение в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 196 с.
7. Киладзе Г.Г. Исследование гидродинамических характеристик и параметров процесса гомогенизации пищевых дисперсных систем в гидродинамических РПА : Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Л., 1975. – 23 с.
8. А.с. 1747133 СССР. Кавитационный смеситель / О.В. Козюк, А.А. Литвиненко, Ю.И. Скрипко. – Оpubл. 15.07.92, Бюл. №26.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ЛАКТАЗНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ

Шарахматова Т.Є., канд. техн. наук, доц., Лозова О., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

В роботі доведено доцільність проведення ферментативного гідролізу при виробництві низьколактозного морозива, наведено спосіб розрахунку економії цукру в залежності від ступеню гідролізу лактози, розроблена технологічна схема виробництва, вивчені показники якості низьколактозного морозива.

In work the necessity of carrying out the enzymatic hydrolysis in manufacturing of low lactose ice-cream is proved. The representative method of sugar economy in dependence of the lactose hydrolysis have been shown. On the researches the technological scheme for the production of the low lactose ice-cream has been worked out. Indicators of quality of low lactose ice-cream are studied.

Ключові слова: морозиво, інтолерантність до лактози, лактазна недостатність, препарат β -галактозидази, ферментативний гідроліз.

Важливим елементом турботи про здоров'я людини сучасного суспільства є забезпечення її здорового харчування. Збалансованість їжі полягає в тому, щоб забезпечити організм енергією для здійснення чисельних процесів життєдіяльності; слугувати постачальником незамінних (есенціальних) речовин для побудови живих структур; здійснити ферментативний каталіз і регулювати обмінних процесів.

Таким чином, цінність будь-якого харчового продукту має двояку форму: енергетичну і біологічну. В зв'язку з цим потрібно вказати на один унікальний продукт харчування – морозиво.

До нашого часу морозиво сприймалося як десерт, який супроводжує основне вживання їжі. Враховуючи нові дослідження в області фізіології харчування, а також в області технології виробництва морозива, доцільно розглядати морозиво, що виготовляється на нових видах обладнання, як дуже корисний продукт.

Згідно сучасної системи поглядів на харчування, їжа повинна відповідати метаболічним потребам організму не тільки за його складом, але і за своїм структурними формами, повинна бути адекватна особливостям фізіологічних процесів в шлунково-кишковому тракті людини. Структура морозива може бути сформована в повній відповідності з положеннями даної теорії. Розмір жирових кульок, повітряних пухирців, кристалів льоду та розчину – плазми, яка містить достатньо повне поєднання корисних речовин – все це дозволяє говорити про морозиво як про надзвичайно корисний продукт, який може бути рекомендований не тільки дітям і вагітним жінкам, але і практично будь-якому споживачу.

Важливо відмітити, що морозиво корисне хворим при шлунково-кишкових кровотечах і після операцій у порожнині шлунку, коли неможливо харчування твердою їжею, а також при малокрів'ї і виснаженні [1].

Сьогодні відомо близько 1000 різновидів вітчизняного морозива [2].

Морозиво поділяють на групи літнього та зимового асортименту: літнє – в основному порційне, зимове – торт, тістечка та рулети з морозива і морозиво у пластиковому пакуванні. За способами виготовлення морозиво поділяють на загартоване, м'яке та домашнє.

З розширенням сировинної бази для виробництва морозива з натуральних продуктів сільського господарства, а також у зв'язку з розвитком уявлень про користь і цінність різних видів харчових продуктів, підвищується можливість створення нових видів морозива, яке відповідає вимогам різних груп населення. Розширюється асортимент морозива для людей, хворих на діабет, які бажають знизити вагу чи покращити роботу шлунку та інші.

Різноманітність рецептур морозива, які суттєво відрізняються вмістом молочного жиру і білку, цукрів, вітамінів і цілого комплексу мінеральних речовин, дозволяє говорити про задоволення найрізноманітніших смаків і потреб.

Як відомо, в морозиві підвищена кількість цукру. Для виробництва морозива застосовують цукри декількох видів: сахароза (частіше всього буряковий цукор), суміш фруктози і глюкози (фруктовий цукор), лактоза (молочний цукор). Сахароза, глюкоза і фруктоза є другими постачальниками енергії після жирів.

Одним із інгредієнтів рецептур морозива згідно ДСТУ 4733:2007 повинно бути або незбиране натуральне молоко, або відновлене незбиране молоко. В коров'ячому молоці міститься 4,46 – 5,18 % лактози, що складає більше 90 % усіх вуглеводів молока. В морозиві лактоза складає приблизно 20 % усіх цукрів.

Лактоза – єдиний цукор тваринного походження. Відомо, що вона сприяє засвоєнню кальцію, який необхідний для зміцнення кісткової тканини організму. Вживання лактози не призводить до ожиріння, як це має місце при вживанні сахарози. У цілому споживання лактози позначається на вуглеводному, жировому та холестериновому обміні. Тривалість життя тварин, яким з кормом давали молочний цукор, більша, ніж тварин, які отримували сахарозу. Це відповідає теорії І.І. Мечнікова про лактотерапію (лікування молочними продуктами) [3]. Лактоза має високу харчову, біологічну та лікувальну цінність, при енергетичній цінності, яка дорівнює сахарозі, вона володіє високими медико-біологічними властивостями і є вуглеводом, який важко піддається гідролізу.

Не дивлячись на велику важливість лактози, зустрічаються випадки, коли її наявність у продуктах харчування, особливо в молочних продуктах, небажана. Існує категорія хворих людей, як дітей, так і дорослих, з порушеннями вуглеводного обміну, яка володіє зниженою толерантністю до лактози, що входить до складу молочних продуктів. В повсякденній практиці існують і використовуються синонімічні терміни цієї, грубо кажучи, патології – гіполактазія, нестерпність лактози, інтолерантність до лактози. Під лактозною нестерпністю розуміють недостатню кількість ферменту лактази, який розщеплює молочний цукор, що обумовлюється віковим, генетичним та етичним аспектами. Вперше захворювання нестерпності лактози було описано в 1959 році і охарактеризовано профузною діареєю [4].

Перше, що приходить до голови, коли виникає проблема нестерпності лактози, це повне виключення молока і молочних продуктів із раціону харчування і немовляти, і дорослої людини. Звичайно, це є одним із методів боротьби з цим захворюванням, але на жаль це призводить до зменшення в раціоні кальцію, який є дуже важливим для організму людини.

Іншим способом лікування є поступове вживання молока і молочних продуктів. Якщо кожен день вживати лише невелику кількість молочних продуктів, поступово збільшуючи дозу, то можливо пристосувати організм переносити їх. Коли вже симптоми знову з'являються, необхідно зупинити методику такого лікування.

Найбільш поширеним методом корекції лактазної недостатності є використання молочних продуктів, які самі по собі є продуктами, що містять незначну кількість лактози (масло, кисломолочний сир, кисле молоко, йогурти). Однак, вживання сиру і йогурту в їжу дітей і людей похилого віку не рекомендується, оскільки в них більш чутлива травна система.

Іншим методом лікування даної хвороби є безлактозна дієта. В основі цієї дієти лежить виключення лактози, потреба у вуглеводах забезпечується за рахунок сахарози, декстрин-мальтози, крохмалю.

Ще в 70-80 роках минулого століття почалося виробництво молочних продуктів з обмеженим вмістом лактози. Сьогодні безлактозні і низьколактозні молочні продукти виробляють в таких країнах, як Канада, Італія, Японія, Данія, Голландія, Сполучені Штати Америки, Фінляндія, Швейцарія, Швеція, Великобританія, Німеччина та ін.

В цих же країнах виробляють комерційні препарати β -галактозидази, виділенні із штамів мікроорганізмів, наприклад із плісень роду *Aspergillus* чи дріжджів роду *Kluyveromyces*. Додавання таблетованої чи рідкої β -галактозидази в молоко поліпшує його переносимість.

На основі вище наведеного метою даної роботи є розробка технології морозива зі зниженим вмістом лактози – продукту, який може бути рекомендований для вживання хворим на лактазну недостатність.

В результаті дослідів, які були проведені на кафедрі ТМ та СХП Чагаровською А.С. було встановлено, що доза ферментного препарату β -галактозидази, який забезпечує 70...80 % ступінь гідролізу лактози, повинна складати $0,5 \text{ см}^3$ на 1 дм^3 молока; тривалість ферментативного гідролізу лактози препаратом β -галактозидазою, яка забезпечує 70...80% ступінь гідролізу лактози при температурі – $(8 \pm 2) ^\circ\text{C}$ складає 14...20 годин, а при температурі – $40 \pm 2 ^\circ\text{C}$ – 2 години; запропонована формула для розрахунку „індексу солодкості” молока для виробництва низьколактозних і безлактозних продуктів [5].

Сировиною для виробництва морозива, яка вміщує лактозу є незбиране молоко і сухе знежирене молоко розпилювального сушіння. Було розраховано „індекс солодкості” суміші незбираного і сухого знежиреного молока, який складає 2283 одиниць. При такому значенні ступінь гідролізу лактози складає 80 % від початкової її кількості.

Використовуючи визначення відносного «індексу солодкості» та його основні величини, в нашому випадку для глюкози, галактози, лактози і сахарози було розраховано рецептуру для виробництва низьколактозного морозива, яка наведена в табл.1.

Як видно із проведених розрахунків економія цукру при виробництві низьколактозного морозива складає 1,323 кг на 100 кг нормалізованої суміші. Абсолютно очевидно, що підвищення відносного «індексу солодкості» в процесі гідролізу буде сприяти скороченню витрат (економії) цукру у виробництві молочних виробів, технологія яких передбачає його використання.

Таблиця 1 – Рецептура низьколактозного морозива у порівнянні з контролем

Сировина	Маса сировини, кг		Вміст у низьколактозному морозиві, %			
	класичного морозива	низьколактозного морозива	жиру	СЗМЗ	цукру	всього сухих речовин
Молоко (жир 2,5%, СЗМЗ 8,1%)	70	70	1,75	5,67	1,323	8,743
Масло (жир 72,5%, СЗМЗ 2,5%)	2,4	2,4	1,75	0,06	-	1,81
Молоко сухе знежирене (СЗМЗ 93%)	4,6	4,6	-	4,27	-	4,27
Цукор	15,0	13,677	-	-	13,677	13,68
Стабілізатор	0,3	0,3	-	-	-	-
Вода питна	7,7	9,023	-	-	-	-
Всього	100	100	3,5	10	15	28,5

Наступним етапом роботи було розроблення технологічної схеми виробництва морозива для людей з лактазою недостатністю, яка наведена на рис. 1.

За основу була прийнята класична схема виробництва морозива. Відміною розробленої технології є проведення додаткового ферментативного гідролізу лактози у лактозовмісній сировині (незбираному і сухому знежиреному молоці).

На основі розрахованої рецептури складали суміш для виробництва морозива, враховуючи проведені дослідження. Для цього спочатку проводили ферментативний гідроліз молочної суміші, яка містить лактозу: попередньо змішували необхідні кількості незбираного і сухого знежиреного молока. При цьому вміст лактози в суміші складав: $L = 4,6 + 2,135 = 6,7$ %. Далі до отриманої суміші додавали препарат β -галактозидази активністю 5000 од. активності і витримували при температурі 40 °C протягом двох годин. При цьому відбувається 80 %-вий гідроліз лактози, тобто вміст лактози, яка залишається в суміші: $L = 6,735 \cdot 0,2 = 1,3$ %. Далі гідролізоване молоко використовували для виробництва низьколактозного морозива за загальноприйнятою технологічною схемою. До суміші вносили попередньо підготовлені сухі компоненти, ретельно перемішували і залишали для розчинення протягом 20...40 хв. Отриману суміш пастеризували при температурі 85 °C з витримкою 50...60 с, гомогенізували при тиску 12,5...15 МПа, охолоджували до температури 4...6 °C і залишали для дозрівання протягом не менше чотирьох годин.

Під час визрівання проходить кристалізація близько 50 % молочного жиру. Білки молока та стабілізатори під час витримки набухають, поглинають вологу, проходить адсорбція деяких компонентів суміші поверхнею жирових кульок. Внаслідок цього в'язкість суміші зростає, а кількість вільної води зменшується, що запобігає утворенню великих кристалів льоду в процесі заморожування. Суміш після визрівання інтенсивніше поглинає та утримує повітря під час фризирования.

По закінченні дозрівання суміш фризують. Фризирования – це процес часткового заморожування з метою формування кремоподібної та збільшеної в об'ємі маси. При цьому відбувається одночасне заморожування води і введення повітря до суміші. Структура морозива залежить від кількості введенного повітря та його дисперсності. В морозиві хорошої якості середній розмір повітряних бульбашок повинен бути не більше 60 мкм. Морозиво з високою збитістю завдяки низькій теплопровідності повітря плавиться повільніше. При недостатній збитості воно виходить дуже щільним, з грубою консистенцією і структурою, при дуже високій – снігоподібним, з пластівчастою структурою. При фризирования виморожується 35...65 % води, температура морозива на виході із фризера становить – 4...–6 °C. М'яке морозиво, що вивантажують з фризера, майже не холодне і має дуже ніжну, м'яку та кремоподібну консистенцію, тому його негайно фасують і подають на загартування для подальшого виморожування води.

Загартування – це процес охолодження та витримки морозива за температур від мінус 18 °C і нижче з метою надання морозиву міцності та опору таненню. Після закалювання близько 75...90 % води знаходиться у вигляді дрібних кристалів, які зростаються в жорсткий кристалізаційний каркас. Внаслідок цього процесу морозиво набуває щільної консистенції та високої міцності. Під час закалювання розміри кристалів льоду збільшуються у середньому на 30...40 %.

Загартування морозива необхідно проводити швидко. За цих умов в морозиві утворюються дрібні кристалики льоду, що зумовлює його ніжну консистенцію. Коливання температури у камерах неприпустиме, бо в іншому випадку лід почне танути та знову викристалізовуватися з утворенням великих кристалів, що призведе до утворення грубої структури та консистенції готового продукту. Якщо загартування проводити повільно, то й дисперсність повітряної фази може знизитися. При зберіганні незамороженого збитого продукту проходить дифузія повітря з малих бульба-

шок до великих за рахунок того, що у дрібних бульбашках тиск більший. Але якщо загартування провести ефективно та відразу ж після фризирования, то гарна стабілізація повітряних бульбашок гарантована.

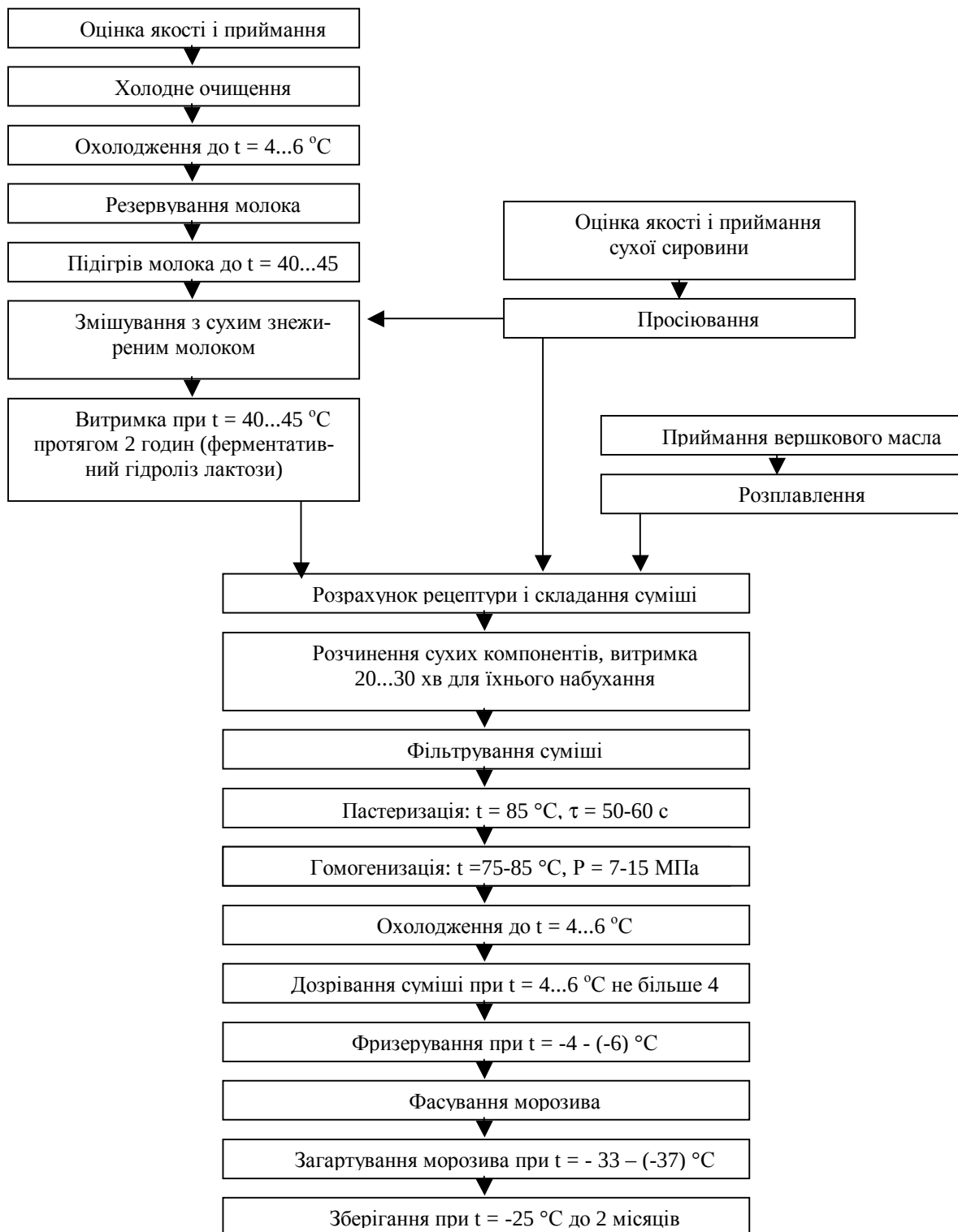


Рис.1 – Технологічна схема виробництва морозива для людей з лактазною недостатністю

За наведеною технологічною схемою в лабораторних умовах було вироблено зразки морозива молочного класичного і молочного низьколактозного і вивчено показники їх якості, які наведені в табл.2.

Таблиця 2 – Показники якості морозива

Назва показника	Молочне класичне	Молочне низьколактозне
Органолептичні показники		
Смак і аромат	Чистий, солодкий, характерний для морозива, без сторонніх при- смаків і запахів	
Структура і консистенція	Однорідні, без відчутних грудочок жиру та стабілізатора- емульгатора	
Колір	Однорідний, білий	
Фізико-хімічні показники		
Збитість, %	79	76,6
Опір таненню, хв	48	40
Кислотність, °Т	23	16
Масова частка цукру, %	15,5	13,6
Масова частка лактози, %	6,7	1,3
Масова частка жиру, %	3,5	3,5
Мікробіологічні показники		
МАФАМ (кількість мезофільних аеробних та факультативно – ана- еробних мікроорганізмів, КУО в 1г, не більше	1*10 ⁵	1*10 ⁵
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г морозива	відсутні	
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25г продукту	відсутні	
Staphylococcus aureus в 1 г	відсутні	
L. monocytogenes в 25 г	відсутні	

Як свідчать наведені дані, за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками морозиво для людей з лактазною недостатністю повністю відповідає вимогам ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови». Масова частка цукру в низьколактозному морозиві складає 13,6 %, яка менша в порівнянні з класичним морозивом (15,5 %), однак „індекс солодкості” продукту однаковий. Крім того, вміст лактози в низьколактозному морозиві значно менший і складає 1,3 % в порівнянні з класичним морозивом, яке містить 6,7 % лактози.

Тому розроблене морозиво може бути рекомендоване для вживання людям, які хворіють на лактазну недостатність, людям похилого віку, а також хворим при шлунково-кишкових кровотечах і після операцій у порожнині шлунку, коли неможливо харчування твердою їжею, а також при малокрів'ї і виснаженні.

Література

1. Поліщук Г.С. Технологія морозива. Навч. посібник. / Г.С.Поліщук, І.С.Гудз – К.: Фірма «ІНКОС», 2008 – 220 с.
2. Скорченко А.І. Асортимент морозива / А.І.Скорченко, Г.С.Поліщук, О.В.Грек, О.В.Кочубей // Молочное дело. – 2006. – №1 – С. 42-43.
3. Кочеткова А.А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А. А. Кочеткова, В. И. Тужилкин // Пищевая пром-сть. – 2003. – №5 – С. 8-10.
4. Пабат В.А. Лактоза молока в здоровье человека / В.А.Пабат, Д.Т.Винничук, В.П.Чагаровский // Молочна промисловість. – 2004. – №1(10) – С. 28-29.
5. Чагаровский А.П. Ферментативный гидролиз лактозы препаратами β-галактозидазы – новое направление повышения эффективности производства мороженого и замороженных десертов / А.П.Чагаровский, А.С.Погосян // Світ морозива та холоду. – 2006. – №5(17) – С. 36-39.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИНОГРАДНОГО СОКУ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК Саркісян А.О., Безусов А.Т., ...	4
РОЗРОБКА НОВОГО СПОСОБУ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФРУКТОВИХ ПЮРЕ Сапожнікова Н.Ю., Лято В.І., Безусов А.Т.	8
ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВОДИ Й СОКІВ Колесніченко С.Л.	12
ПРО НОВІ ПІДХОДИ ДО БЛАНШУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ГОРОШКУ Палвашова Г.І., Алі Реайд Шамкі	13
ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН У НОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ СУШІННЯ ЗЕЛЕНІ Кобєлєва С.М., Труфкаті Л.В.	17
ВПЛИВ ШВИДКОСТІ І УМОВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ДИНАМІКУ ФЕНОЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЕСЕРТІВ Тележенко Л.М., Паскал Ю.Г.	21
ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОДЕРЖАННЯ ДРАГЛЕПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ Білоусова І.О., Безусов А.Т.	25
ДОБАВКИ З ЛАМІНАРІЇ, ЗБАГАЧЕНІ КАЛЬЦІЄМ В ТЕХНОЛОГІЯХ ДРАГЛЕПОДІБНИХ СТРАВ Калугіна І.М.	28
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗООФАГІВ У ЗАКРИТОМУ ГРУНТІ Мороз М.С., Омельченко О.І.	31
ВИВЧЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ СИСТЕМ ТОПІНАМБУРУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ІНУЛІНУ ТА ІНУЛІНОПОДІБНИХ РЕЧОВИН IN VITRO Безусов А.Т., Пилипенко І.В., Сердюк З.Ю.	34
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПРИРОДНИХ ПОЛІМЕРІВ ПРИ МЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ Доценко Н. В., Подорога В. І.	37
ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ НА БІОФЛАВОНІДИ ПЛОДОВО- ЯГІДНИХ СОУСІВ Малюк Л.П., Зіolkовська А.В., Гурікова І.М.	40
ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПАСТ З ГАРБУЗА Сирохман І.В., Філь М.І.	45
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФРАКЦІЙНОЇ РОЗГОНКИ ЕФІРНИХ ОЛІЙ Українець А.І., Фролова Н.Е.	49
РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДБІЛЬНОЇ ГЛИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ОЛІЇ Романовська Т.І., Романовський І.Я.	55
ВПЛИВ ВИХРОВОГО ШАРУ ФЕРОМАГНІТНИХ ЧАСТИНОК ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ Капліна Т.В., Положишнікова Л.О.	58
ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ СПІН-СПІНОВОЇ ТА СПІН-ГРАТОВОЇ РЕЛАКСАЦІЇ ДРАГЛІВ АГАРУ З ДОБАВКАМИ Д'яков О.Г., Теймурова А.Т., Перцевой Ф.В., Сафонова О.М.	63

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СЛАБОАЛКОГОЛЬНИХ ВИННО-ОВОЧЕВИХ НАПОЇВ З ТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ	
Радіонова О.В., Осипова Л.А.	66
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИНОГРАДНИХ ВИН, ОБРОБЛЕНИХ БІЛКАМИ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР	
Мельник І.В., Аветисян Е.В., Абрамова Т.Б.	72
ВПЛИВ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕТАНОЛУ	
Попова Е.М., Боровікова Н.О., Фефелов О.О.	77
ДО ПИТАННЯ ПРО ТЕРМОСТІЙКІСТЬ ДРІЖДЖІВ-ШИЗОСАХАРОМІЦЕТІВ	
Бабакіна Е.Л., Толстенко Д.П., Кишківська С.А., Толстенко Н.В.	80

РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПЕРЕРОБЦІ М'ЯСА ТА МОЛОКА

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА БАЛИКА З ТЕРМІЧНОЮ АКТИВАЦІЄЮ	
Віннікова Л.Г., Дубатова Г.В., Асауляк А.В., Врем'я І.Б.	86
ВСТАНОВЛЕННЯ СТРОКУ ЗБЕРІГАННЯ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС ЗІ ЗНИЖЕНИМ УМІСТОМ НІТРИТА НАТРІЯ	
Віннікова Л.Г., Асауляк А.В.	90
ВПЛИВ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН РІЗНИХ ТИПІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ	
Патюков С.Д., Окунєва І.А., Златова М.І.	94
ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ М'ЯСА	
Савінок О.М., Літвінова І.О.	97
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ	
Стинга Л.М., Семікоз Н.А.	101
ВПЛИВ ВНЕСЕННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Віннікова Л.Г., Агунова Л.В., Азарова Н.Г.	104
ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ «ГЕМОВІН» НА ОСНОВІ БОЇНСЬКОЇ КРОВІ ТА ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК	
Віннікова Л.Г., Шлапак Г.В., Луконіна І.М.	108
СТРУКТУРОСТАБІЛІЗУЮЧІ ДОБАВКИ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ ГІДРОКОЛОЇДІВ	
Віннікова Л.Г., Глушков О.А., Янкова К.Д.	111
НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ПАШТЕТНОЇ ПРОДУКЦІЇ З БАД НА ОСНОВІ ВОДОРОСТЕВОЇ СИРОВИНИ	
Корзун В.Н., Свідло К.В.	114
ГЕНЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ НЕОРГАНІЧНОЇ ФРАКЦІЇ ЗРАЗКІВ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ	
Ткачова Д.Л., Дуган О.М.	119
ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА ПТИЦІ	
Левчук Н.І.	123
ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА НЕФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Дідух Н.А., Дідух Г.В.	126
СІМБІОТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АЦИДОФІЛЬНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	
Дідух Н.А., Могилянська Н.О., Власенко О.В.	129

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОГО КОМПЛЕКСУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СМЕТАНИ ДІАБЕТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Могилянська Н.О.	134
ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБЛЕННЯ СИЧУЖНОГО ЗГУСТКУ ТА СИРНОГО ЗЕРНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІФІДОВІСНИХ ТВЕРДИХ СИЧУЖНИХ СИРІВ	
Молокопой Л.О., Дідух Н.А.	137
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ МОЛОКА, ЗБАГАЧЕНОГО ЗАРОДКАМИ ПШЕНИЦІ	
Величко Т.О., Лисогор Т.А., Кручек О.А.	140
ВПЛИВ МІКРООРГАНІЗМІВ (ЗАКВАСОК) НА ЗБЕРЕЖЕННЯ БЕТА-КАРОТИНУ У СКЛАДІ ЙОГУРТНИХ ПРОДУКТІВ	
Варанкіна О.О., Кричківська Л.В.	143
ПОЛІПШЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ СПРЕДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ ОЛІЙ	
Родак О. Я.	149
КОНСИСТЕНЦІЯ МАСЛА, ВИГОТОВЛЕНОГО З МОЛОКА КОРІВ, ЯКИМ ЗГОДОВУВАЛИ НАСІННЯ РІПАКУ	
Цісарик О.Й.	152
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ МОЛОЧНИХ ДЕСЕРТІВ З ПІННОЮ СТРУКТУРОЮ	
Сабаш Г.О., Горальчук А.Б., Троший Т.В.	158

РОЗДІЛ 3 БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

ОТРИМАННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ ДОБАВОК З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
Шпирко Т.В., Капреліанц Л.В., Щапін О.Ф., Шевченко О.В.	163
ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
Килименчук О.О., Величко Т.О.	166
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ У БІЛКОВИХ СИСТЕМАХ	
Д'яконова А.К., Ткаченко О.С.	170
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ І МЕДИЦИНІ ОМАГНІЧЕНИХ РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ	
Штепа Є.П., Дроздов О.І., Нурудінова К.А.	174
АСПЕКТИ ПРИМЕНЕННЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЛЕЦИТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОМІШЛЕННОСТІ	
Глух І.С., Школа О.І., Клочкова В.Е., Шульга С.М., Гаманухо В.І.	177
ОДЕРЖАННЯ ХАРЧОВИХ ПАР З ВИКОРИСТАННЯМ РЕАКЦІЇ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ	
Демидов І.М., Златкіна Г.І.	180
ЗАСТОСУВАННЯ β -КАРОТИНУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ У ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИРОВИХ ПРОДУКТАХ	
Белінська А.П., Кричківська Л.В.	183
ПЛОДИ ДИКОРΟΣЛОЇ СИРОВИНИ – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Хомич Г.П.	186
СИСТЕМА ISO – КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕКОЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	
Осадчук І.В., Задорожний А.В.	190
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КАПСУЛЬНИХ СТРУКТУРОВАНИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧУВАННІ	
Пивоваров Є.П., Кондратюк Н.В.	194

ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИФУЗІЇ ІОНІВ КАЛЬЦІЮ В СЕРЕДОВИЩІ НАТРІЮ АЛЬГІНАТУ В ТЕХНОЛОГІЇ КАПСУЛЬНИХ ПРОДУКТІВ Рябець О.Ю., Пивоваров Є.П., Гринченко О.О.....	199
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ГРИБІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМБІНОВАНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ Наконечна Ю.Г., Ястреба Ю.А.....	204
КІНЕТИКА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЖИРІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ДІАЦИЛГЛІЦЕРИНАМИ Некрасов П.О., Таратун Я.М., Плахотна Ю.М., Подлісна О.В.....	207
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ АКУЛЯЧОГО ПЕЧІНКОВОГО ЖИРУ Дубинець К.О., Федак Н.В.	212
АНАЛІЗ РИЗИКІВ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ Пилипенко Л.М., Вікуль С.І., Гайдукевич Д.К., Клещева Н.С.....	215
ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ І ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Суткович Т.Ю.....	220
УДОСКОНАЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ Янушкевич Д.А., Чорна Т.О.	225

РОЗДІЛ 4

СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ Бурдо О.Г., Офатенко О.О., Крутій Г.О.	230
ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ Й РЕЄСТРАЦІЇ ТЕМПЕРАТУР В ПРОЦЕСІ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ Василів О. Б., Тюхай Д. С.	235
ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЇ ТРУБОПРОВІДІВ ПРИ ОПРІСНЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ Шалигін О.В., Тіщенко В.М., Кашкано М.А.	239
ПРОЦЕС СОРТУВАННЯ ТОМАТІВ У ВОДІ ПІД ТИСКОМ Нужин Є.В., Гладушняк О.К., Олісєнко Ю.В.	243
КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ Хобін В.А., Єгоров В.Б.....	246
АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ АДХМ Хобін В.А., Тіглова О.О.....	254
ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ШВИДКОСТЕЙ РІДКОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ЙОГО В ТУРБУЛЕНТНОМУ ПОТОЦІ ПО ТРУБОПРОВІДУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ Вендров І.Б.	258
МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ ЦИКЛІВ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДОАМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН Іщенко І.М., Тіглов О.С.	263
К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ОБ ЭНЕРГО-ТЕХНИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА Кишкин А.А., Карасев В.П., Титлов А.С., Морозов Н. В.....	267
ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ФАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ Мелкозеров М.Г., Делков А.В.....	272

ДИНАМИКА ТУРБУЛЕНТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ С ПОПЕРЕЧНЫМ ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ Кишкин А.А., Черненко Д.В., Титлов А.С., Смирнов П.Н.....	279
ТЕХНОЛОГІЯ РЕСУРСОВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ В МАШИНОБУДУВАННІ Ліщенко Н.В.....	283
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НОЖІВ КУТЕРА ПЛАЗМОВО-ДЕТОНАЦІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ Некоз О.І., Осипенко В.І., Батраченко О.В.....	287
ФАКТОР ПРИСКОРЕННЯ АБСОРБЦІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ЛУЖНИМИ ЦУКРОВИМИ РОЗЧИНАМИ В КРАПЕЛЬНОМУ РЕЖИМІ Мирончук В.Г., Пономаренко В.В	293
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕКИ І ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОПТИЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ Сталімбовська А.С.	298
ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНОПРЕПАРАТІВ Білонога Ю.І., Драчук У.Р.....	303
КАВІТАЦІЙНЕ ДИСПЕРГУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ХАРЧОВИХ ЕМУЛЬСІЙ Литвиненко О.А., Некоз О.І., Колногуз О.А.....	308
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ЛАКТАЗНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ Шарахматова Т.Є., Лозова О.....	311

Наукове видання

НАУКОВІ ПРАЦІ

В И П У С К 36, ТОМ 2

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