



2017

НАУКОВІ ПРАЦІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 23 № 4

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
засновано в 1993 році*

КИЇВ ♦ НУХТ ♦ 2017

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 14 of June, 2017

© NUFT, 2017

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.
Протокол № 14 від 29 червня 2017 року

© НУХТ, 2017

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор Editor-in-Chief

Анатолій Українець
Anatoliy Ukrainets

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Заступник головного редактора Deputy chief editor

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар Accountable secretary

Юрій Пенчук
Yuriy Penchuk

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Члени редакційної колегії:

Анатолій Зайнчковський
Anatoly Zainchkovskiy

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Король
Anatoly Korol

д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Ладанюк
Anatoly Ladanyuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Сайганов
Anatoly Sayganov

д-р екон. наук, проф., Білорусь
Ph. D. Hab., Prof., Institute of System Research in
Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, Belarus

Анжей Ковальський
Anzhey Kowalski

д-р екон. наук, проф., Польща
Ph. D. Hab., Prof., Institute of Agricultural and Food Economics,
Poland

Аннетта Зелінська
Anetta Zielinska

д-р екон. наук, проф., Польща
Ph. D. Hab., Prof., Wroclaw University of Economics, Poland

Брайан Мак Кенна
Brian McKenna

д-р техн. наук, проф., Ірландія
Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland

Віктор Доценко
Victor Dotsenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віра Оболкіна
Vera Obolkina

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Ємцев
Viktor Yemtsev

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Володимир Зав'ялов
Vladimir Zavialov

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Чередниченко Galina Cherednichenko	канд. педагог. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Герхард Шльонінг Gerhard Schleining	д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria
Дайва Лескаускайте Daiva Leskauskaite	д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania
Єлизавета Костенко Jelyzaveta Kostenko	д-р хім. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Єлизавета Смірнова Jelyzaveta Smirnova	канд. філол. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Іван Малежик Ivan Malezhik	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Кристина Сильва Cristina L.M.Silva	д-р техн. наук, проф., Португалія Ph. D. Hab., Prof., University de Catolica, Portuguesa
Лариса Арсеньєва Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Леонід Дегтярьов Leonid Dehtyaryov	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Прядко Mykola Pryiadko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Михайло Мартиненко Michail Martynenko	д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Гусятинська Natalia Gusyatynska	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Перепелиця Oleksandr Perepelitsa	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олег Полумбрик Oleh Polumbryk	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy
Петро Шиян Petro Shyian	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Саверіо Манніно Saverio Mannino	д-р хім. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Milan, Italy
Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld	Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, Netherlands

ЗМІСТ

Автоматизація та інформаційні технології

Ладанюк А.П., Луцька Н.М., Кишенюк В.Д., Смітюх Я.В., Шумидай Д.А. Комплексування методів теорії керування в системах автоматизації технологічних об'єктів. Частина 1. Загальні положення

Джуренко Т.С., М'якишило О.М., Романенко В.М. Система спеціалізованого пошуку і відбору маркетингових даних з мережі Інтернет

Самсонов В.В., Сільвестров А.М., Скринник О.М. Оптимізація процесу лабораторних досліджень на основі системного підходу

Біотехнологія і мікробіологія

Пирог Т.П., Антонюк С.Б., Никитюк Л.В. Роль поверхнево активних речовин, синтезованих у різних умовах культивування *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017 і *Nocardia vaccini* IMB B-7405 у деструкції нафтових забруднень

Економіка і соціальний розвиток

Барсук Ю.В. Соціально-економічні аспекти трансформаційного процесу аграрного сектору України

Драган О.І., Бергер А.Д. Прикладні аспекти удосконалення нормування праці на підприємствах м'ясопереробної галузі

Менеджмент і стратегічне управління

Кузьмін О.В., Попович К.В., Вознюк О.В., Лінчевська А.А. Розробка елементів системи управління якістю служби Housekeeping у готельному господарстві

Жужукіна Н.І. Мотивація і стимулювання в умовах креативного менеджменту

Арич М.І. Характеристика оптимізації антикризового управління страховими компаніями як елемент підвищення їх конкурентоспроможності

Кундієєва Г.О., Куліш О.А. Маркетингова стратегія розвитку зернового комплексу аграрного сектору України

Процеси і апарати харчових виробництв Шевченко О.Ю., Соколенко А.І., Васильківський К.В., Бут С.А. Енергоматеріальні трансформації в бродильних технологіях Лементар С.Ю., Пономаренко В.В., Вересоцький Ю.І., Якобчук Р.Л. Моделювання процесу розпилення молока дисками з різними конструкціями сопел

Долінський А.А., Авдєєва Л.Ю., Жукотський Л.Ю., Макаренко А.А. Особливості

CONTENTS

Automation and Information Technologies

8 Ladaniuk A., Lutska N., Kyshenko V., Smi-tiukh Ya., Shumyhai D. Complexation of control theory methods in automation systems for technological plants. Part 1. Common terms

17 Dzhurenko T., Myakshylo E., Romanenko V. System of specialized search and selection of marketing data from the Internet

24 Samsonov V., Sil'vestrov A., Skrypnyk O. Optimization of the process of laboratory research on the basis of the system approach

Biotechnology and Microbiology

35 Pirog T., Antonuk S., Nikitiuk L. Role of the surfactants synthesized under different cultivation conditions of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017 and *Nocardia vaccini* IMV B-7405 in oil pollution destruction

Enterprise Economy and Social Development

44 Barsuk Yu. Social and economic aspects of the transformation processes of the agrarian sector of Ukraine

53 Dragan E., Berger A. Applied aspects of improving labor formation in meat processing industry enterprises

Business Administration and Strategic Management

61 Kuzmin O., Popovich K., Voznyuk E., Linchev-ska A. Development of elements of the House-keeping service quality management system in the hotel facilities

68 Zhuzhukina N. Motivation and incentives in terms of creative management

74 Arych M. Crisis management optimization of the insurance companies as a tool for increasing their competitiveness

81 Kundieieva G., Kulish O. Marketing strategy for development grain complex agriculture of Ukraine

Processes and Equipment for Food Industries

89 Shevchenko O., Sokolenko A., Vasilkovsky K., But S. Energy and material transformations in fermentation technology

98 Lementar S., Ponomarenko V., Veresotsky Yu., Jakobchuk R. Modeling of the process of milk dispensing by disks with different nozzle designs

105 Dolinsky A., Avdeeva L., Zhukotsky E., Maka-renko A. Peculiarities of the influence of the

впливу конструкції кавітаційних змішувачів на властивості отриманих дисперсних систем

Тепло- і енергопостачання

Бржезицький В.О., Лапоша М.Ю., Маслюченко І.М. Компенсований високовольтний височастотний реактор

Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Жутокський Е.К., Костянець Л.О. Модернізація експериментального стенду для дослідження процесу сушіння одиничних крапель рідинних систем

Харчові технології

Кошова В.М., Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива

Ситник Н.С., Демидов І.М., Мазасєва В.С., Голодняк В.О. Хроматографічне визначення триацилгліцерольного складу переестерифікованих рідких рослинних олій

Дубініна А.А., Щербаківа Т.В., Хацкевич Ю.М., Ленерт С.О., Борисова А.А. Способи стабілізації кольору рослинної сировини під час її переробки

Дорохович А.М., Петренко М.М. Використання модифікованого крохмалю та ізоляту молочного білка в технології затяжного печива спеціального призначення

Кочубей-Литвиненко О.В., Чернюшок О.А., Дмитруха Н.М., Лагутіна О.С. Оцінювання цитотоксичної активності молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мanganу

Юценко Н.М., Грабова Т.Л., Кузьмик У.Г., Пасічний В.М. Визначення технологічних параметрів отримання екстракту сумаху для подальшого використання у технології кисломолочних паст

Шідакова-Камєнюка О.Г., Новік Г.В., Олійник С.Г., Запаренко Г.В. Вплив продуктів переробки горіхової сировини на технологічні властивості борошна пшеничного

Устименко І.М., Поліщук Г.Є. Обґрунтування режимів гомогенізації емульсій та їх вмісту у складі продукту білково-жирового зернистого

Дорохович В.В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю

Дітріх І.В., Буй Л.М., Ганжа А.А. Способи удосконалення харчування вегетаріанців на основі заміни продуктів тваринного походження насінням чіа

Лисий О.В., Грабовська О.В. Натуральна основа для кисло швидкого приготування Грегірчак Н.М., Пешук Л.В., Зусько К.В., Іванова Т.М., Заболотня О.О. Дослідження

construction of cavitation mixtures on the properties of obtained disperse systems

Heat and Electricity

112 Brzhezyskiy V., Laposha N., Maslyuchenko I. Compensated high-voltage high-frequency reactor

120 Sharkova N., Turchyna T., Zhukotsky E., Kostyanets L. Modernization of the experimental stand for studying the drying process of single drops of liquid systems

Food Technology

127 Kosheva V., Misyura T., Popova N. Influence of enzyme preparations on colloid resistance of beer

133 Sytnik N., Demidov I., Mazaeva V., Golodnyak V. Chromatographic determination of triacylglycerol composition of interesterified liquid vegetable oils

140 Dubinina A., Sherbakova T., Khatskevich Yu., Lenert S., Borysova A. Ways of stabilizing the color of vegetable raw material during its processing

159 Dorohovych A., Petrenko M. Use of modified starch and milk protein isolate in the technology of hard dough cookies for special purpose

167 Kochubei-Lytyvnenko O., Chernyshok O., Dmytrukha N., Lahutina O. Assessment of cytotoxic activity of milk whey enriched with magnesium and manganese particles

177 Yushchenko N., Grabova T., Kuzmyk U., Pasichnyi V. Determining the technological parameters of obtaining extraction of sumac for further use in the technology of sour-milk paste

183 Shidakova-Kamenyuka E., Novik A., Oliinyk S., Zaparenko A. Influence of nut raw material processing products on technological properties of wheat flour

191 Ustymenko I., Polischuk G. Substantiation of emulsion homogenization modes and their content in the composition of protein-fatty granulated cottage cheese

199 Dorokhovych V. Innovative technologies of low-calorie pastry

207 Dityrkha I., Bui L., Hanzha A. Methods of improving vegetarian food based on replacing animal products by chia seeds

215 Lysyi O., Hrabovska O. Natural basis for fast-cooked kissel

223 Hrehirchak N., Peshuk L., Zusko K., Ivanova T., Zabolotnya O. Investigation of sausages with

сосисок з включенням кверцетину і нативної кверцетинвмісної сировини подовженого терміну зберігання

Худік Л.М., Мельник О.В. Динаміка компонентів хімічного складу яблук, оброблених після збирання 1-метилциклопропеном

Москалюк О.Є., Гацук О.І. Розроблення паштетів з використанням фітокомплексу злакових культур «Choice»

Гуць В.С., Сімахіна Г.О., Солодко Л.М. Вдосконалення теорії моделювання амінокислотного складу напівфабрикатів із зеленої маси рослин

quercetin and native quercetin-containing raw materials of extended shelf life

Khudik L., Melnyk O. Dynamics of chemical components of apples, treated with 1-methylcyclopropene after harvesting

Moskalyuk O., Haschuk A. Development of pâté using the Choice phytocomplex of cereal cultures

Huts V., Simakhina G., Solodko L. Improvement of the theory of modelling the amino acid content of plant green mass half-products

УДК 681.513.8

COMPLEXATION OF CONTROL THEORY METHODS IN AUTOMATION SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL PLANTS. PART 1. COMMON TERMS

A. Ladaniuk, N. Lutska, V. Kyshenko, Ya. Smitiukh, D. Shumyhai

National University of Food Technologies

Key words:

*Complexation
Robustness
Coordination
Uncertainty
Emergent properties*

Article history:

Received 03.05.2017
Received in revised form
13.05.2017
Accepted 16.06.2017

Corresponding author:

A. Ladaniuk
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article discusses the possibility of synthesis of existing methods and principles of control to get new more sophisticated systems that would have emergent properties and allow to increase the efficiency of complex technological systems. The authors proposed to combine robust and optimal control methods, robust and adaptive ones, coordination and situational methods, etc. The obtained control systems, which cannot be obtained via trivial use of both methods chosen for complexation, provide quality and efficient control of complex plants for which the standard control system cannot guarantee the required accuracy.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-3

КОМПЛЕКСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ КЕРУВАННЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ. ЧАСТИНА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх, Д.А. Шумигай
Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто можливості комплексного використання існуючих методів і принципів керування для отримання нових більш досконалих систем, які б мали властивості емерджентності та давали змогу підвищити ефективність функціонування складних технологічних комплексів. Запропоновано комплексування методів робастного й оптимального керування, робастного й адаптивного, ситуаційного й координаційного керування та інших методів. Новостворені системи керування завдяки своїм новим властивостям, які неможливо отримати при тривіальному використанні обох методів, обраних для комплексування, можуть забезпечувати якісне та ефективне керування складних об'єктів, для яких стандартні системи керування не можуть гарантувати необхідної точності за умови енегро- та ресурсоефективності.

Ключові слова: *комплексування, робастність, координація, невизначеність, емерджентність.*

Постановка проблеми. Сучасна теорія керування використовує ряд методів для підвищення ефективності керування складними об'єктами, серед яких важливе місце займають технологічні процеси, агрегати та комплекси з урахуванням їх суттєвих особливостей [1; 2]. Кожен із методів автоматизації має своє призначення та галузь застосування, а однією з важливих тенденцій, особливо в останні два-три десятиліття, стало об'єднання цих методів — комплексування — для забезпечення високих техніко-економічних показників функціонування складних об'єктів, яке повинно відповідати поставленим цілям та мати науково-технічне обґрунтування, насамперед щодо використання коректних математичних засобів і можливостей програмного й технічного забезпечення в системах автоматизації. Комплексування базується на перевагах у досягненні цілей на основі системного підходу та ефекту емерджентності, який полягає в тому, що система має нові (емерджентні) властивості, яких не має жоден з її елементів (підсистем), але це не визначається простою сумою властивостей окремих частин, у тому числі використовуваних методів. Таким чином, коли мова йде про методи автоматизації, то їх відбір визначається системоутворювальним ефектом щодо сприяння досягненню мети при функціонуванні системи. Для визначення системоутворювальних факторів необхідно на основі аналізу функцій і цілей системи враховувати насамперед ряд характеристик та властивостей, які є інваріантними для будь-якої системи: цілісність, взаємозалежність, когерентність, стохастичність, цілеспрямованість, еволюціонізм, відкритість, тривалість неперервного функціонування.

Для систем автоматизації емерджентність проявляється за рахунок взаємодії підсистем (елементів) або використання нових методів, їх комплексування. Крім того, емерджентність забезпечує:

- значне нелінійне підсилення малопомітної раніше властивості;
- непередбачений поділ (біфуркації) будь-якої підсистеми;
- рекомбінацію зв'язків між елементами.

Використання ієрархічних систем керування призводить до виражених системних ефектів, у тому числі емерджентності, але додавання до існуючої системи нових, більш високих рівнів ієрархії уповільнює зростання системних ефектів порівняно з нижніми рівнями. Разом з тим, чим вищий ступінь ієрархічності системи керування, тим вона менше змінює рівень системності і тим більша живучість системи, що пояснюється наявністю системоутворювальних факторів на різних рівнях організації системи.

Мета дослідження: аналіз існуючих методів керування складними технологічними об'єктами з урахуванням їх переваг, що можуть бути комплексовані, для одержання систем керування з новими якісними властивостями.

Викладення основних результатів дослідження. Комплексування методів автоматизації збігається за часом з розробкою та впровадженням інтегрованих систем керування різного призначення, що в 90-х роках минулого століття за рахунок розвитку комп'ютерних технологій і нових видів ЕОМ призвело до створення нових структур у рамках концепції комп'ютерно-інтегрованого виробництва — CIM (Computer-integrated manufacturing) [3; 4]. Виробництва та технологічні комплекси неперервного типу характери-

зуються значними матеріальними та енергетичними потоками, що породжує значні інформаційні масиви, які використовуються в системах автоматизації.

При цьому виробничий процес та основне технологічне обладнання є інтегрованими, тобто однозначно взаємозв'язаними й узгодженими на значних інтервалах часу, але функціонують в умовах суттєвих збурень, що приводить до задач стабілізації з урахуванням вимог до якості готової продукції й необхідності використання ресурсо- та енергоефективних методів і алгоритмів керування. Водночас у системах керування є можливості для оптимізації технологічних режимів та координації функціонування підсистем.

Подальший розвиток автоматизації як визначального напрямку науково-технічного прогресу безпосередньо пов'язаний з появою та розвитком MES-систем (Manufacturing Execution System), в яких реалізуються функції оптимізації виробництва з використанням задач аналізу інформації та координації підсистем на основі спеціалізованих програмних комплексів. Використання MES-систем як спеціального промислового софту дає змогу значно підвищити фондовіддачу технологічного обладнання та досягти високих техніко-економічних показників виробництва [5]. Для конкретних умов завжди виникає науково-технічна задача розробки необхідного математичного забезпечення та надаються унікальні можливості комплексування сучасних методів автоматизації в рамках MES-систем для конкретного виробництва, особливо за умов інтеграції з ERP (Enterprise Resource Planning System) — системою планування ресурсів підприємства.

Про необхідність комплексування методів автоматизації на основі системного підходу як використання нових можливостей при обґрунтованому поєднанні кращих сторін різних методів у 2000 р. писав відомий фахівець у галузі теорії автоматичного керування А.А. Красовський: «Криза ... полягає в тому, що адаптивність, оптимальність, точність, робастність, модульність, надійність, безпека розглядаються окремо один від одного, автономно ... Разом з тим адаптивність і робастність практично не можуть існувати без прогнозування, екстраполяції на обмеженому ковзному інтервалі. Адаптивність і робастність без точності й енергозбереження не потрібні, тому що сучасна техніка вимагає граничного використання ресурсів, якщо не в штатних, то в аварійних ситуаціях.

Оптимальне адаптивне та робастне регулювання багатовимірних багатов'язних об'єктів можливе лише при використанні функціоналів узагальненої роботи» [6].

Починаючи з 40-х та 50-х років минулого століття і до цього часу, науковців цікавить можливість ефективної компенсації збурень у рамках положень теорії інваріантності. Нескінченні дискусії щодо можливості створення абсолютно інваріантних систем з нульовою похибкою $\Delta X \equiv 0, \forall t \in t_{\text{per}}$ (t_{per} — час регулювання) приводять до різних висновків щодо фізичної реанімації таких систем. Наприклад, В.М. Кунцевич показав можливості комплексування методів робастності, адаптивності та інваріантності, але за реальних умов при параметричній невизначеності моделі об'єкта мова може йти лише про квазіінваріантність і лише для лінійних систем [7].

Водночас у ряді наукових праць в останні 10—15 років продовжуються публікуватись нові результати, наприклад, у [8] показано, що можна отримати умови досяжності інваріантності системи керування для енергетичних об'єктів, а можливості синтезу інваріантних систем на основі моделей у координатах стану використовують методи технології вкладення [9]. Такий підхід одночасно забезпечує стійкість, інваріантність та оптимальність систем керування. Для задач керування різними об'єктами, насамперед багатовимірними та багатозв'язними, в ряді праць отримано результати умов вибіркової інваріантності, у тому числі інваріантності однієї координати об'єкта від $(n-2)$ збурень або $(n-2)$ координат від одного збурення (n -порядок системи).

Достатньо відома постановка задачі щодо параметричної інваріантності, коли забезпечується незалежність вихідних змінних системи не лише від зовнішніх збурень, а й від зміни її параметрів (двократна інваріантність). Це дало змогу на одній основі розглядати питання керованості, інваріантності та чутливості. На відміну від основоположних понять щодо керованості (Р. Калмана), коли розглядається лише вектор керувальних дій для переведення системи у потрібний стан, у розгляд вводиться також вектор зовнішніх збурень, вектор зміни параметрів, а також початкові умови стану системи.

Часто виникала задача об'єднання можливостей інваріантного та оптимального керування, але це потребує використання спеціальних підходів. Аналізуючи цю проблему, автор статті пише: «... Це була втрачена можливість створення нового типу регулятора та систем керування. ... Цьому сприяла теорія оптимального керування, яка успішно розвивалась і, начебто, повинна була вказати кращі системи керування, але інваріантного керування вона виявити не змогла, оскільки таких, які пропонував Г.В. Щіпанов (автор теорії інваріантності — авт.) немає, а є квазіінваріантні. Це практично одне і теж, але серед квазіінваріантних немає оптимальних, і тому теорією оптимального керування вони не могли бути виявлені. ... Постановка задачі оптимізації повинна бути суттєво зміненою.

Особливістю квазіінваріантних систем керування є також наявність великого коефіцієнта підсилення, оскільки малі значення похибки повинні привести до компенсації порівняно значного зовнішнього збурення» [10].

Нові можливості для комплексування методів автоматизації надають інтелектуальні системи, які стрімко розвиваються, розширюючи сфери застосування, про що може свідчити також використання квантових обчислень [11]. У цьому підході розглядаються задачі проектування робастних інтелектуальних систем керування в умовах непередбачуваних ситуацій функціонування системи. Комплексування у цьому разі полягає в тому, що використовується квантовий алгоритм керування самоорганізацією, зокрема для робастних баз знань. Якісні характеристики керування (стійкість, керованість, робастність) оцінюються за термодинамічним критерієм у вигляді мінімуму узагальненої ентропії. Квантовий алгоритм керування самоорганізацією використовується для суттєво нелінійного та глобально нестійкого об'єкта для розв'язання задачі векторної оптимізації на основі принципу декомпозиції баз знань. Ефективність застосування інтелектуальних систем

керування визначається гарантованим досягненням мети керування на верхньому рівні та мінімальною витратою корисного ресурсу системи «об'єкт керування–регулятор» на нижньому (виконавчому) рівні ієрархічної системи автоматичного керування.

Поєднання робастних систем з іншими методами керування на сьогодні проявляється в двох аспектах: на основі теорії чутливості та використання H_∞ -норми однієї з характеристик системи як критерію керування. Перший підхід базується на існуючих методах синтезу (нечіткі регулятори, нейрон-мережеві регулятори або алгоритми, адаптивні системи тощо), а для доведення їх робастності використовується теорія чутливості [12; 13]. Другий підхід має два напрямки — це робастний регулятор в системі з переключенням [14; 15] та в структурі системи керування [16], де поряд з робастним регулятором існують адаптивні або інтелектуальні блоки.

Одним із підходів збільшення ефективності функціонування складних ТК є синтез методів координації та методів ситуаційного керування. Необхідність вирішення задачі координації пояснюється тим, що при оцінці ефективності функціонування ТК саме взаємні зв'язки між підсистемами мають найбільш суттєве значення. Даний підхід може бути застосований до будь-яких складних об'єктів, які мають складні нелінійні зв'язки. Для вирішення задачі координації необхідно провести аналіз досліджуваного об'єкта, виділити підсистеми та критерій оцінки ефективності, сформувати алгоритми координації та комплекс системи керування на основі виділених підсистем. При декомпозиції ТК на підсистеми виникає ієрархічна структура і, як результат, формується глобальна мета системи та частинні цілі підсистем. Розв'язанням задачі координації є визначення взаємодії підсистем, при яких керування, оптимальні за критеріями ефективності кожної з підсистем, є також оптимальними за загальним критерієм для ТК в цілому [17]. Проте виробничі процеси відбуваються в умовах, що характеризуються певним діапазоном зміни параметрів процесів, вихід за які означає появу нештатної (аварійної) ситуації, пов'язаної з порушенням виробничого регламенту (всілякі порушення в ході технологічних процесів, вихід з ладу технологічного обладнання, збій електроживлення тощо) [17]. Поставлена задача розв'язується за рахунок того, що система автоматизації процесів координації підсистем ТК з використанням ситуаційного керування містить у своєму складі координатор, класифікатор, базу знань, розв'язувач, аналізатор. У режимі реального часу координатор розв'язує задачу координації за принципом прогнозування взаємодій, координатор в явному вигляді визначає момент часу та дії координації, що мінімізує ймовірність виникнення нештатних ситуацій, а якщо вже така ситуація виникла, то шукає ідентичні ситуації в базі знань, а за їх відсутності — переглядає вплив обраного ним рішення на кілька кроків вперед на основі описів об'єкта керування і процесів, що відбуваються в ньому. При вдалому прогнозі координатор приймає відповідне рішення з подальшим занесенням ситуації та виробленого керування до бази знань.

Для оцінки ефективності функціонування ТК використовується ряд економічних і техніко-економічних показників (собівартість продукції, прибуток,

рентабельність, об'єм продукції, що випускається). Автоматизація процесу координації безпосередньо пов'язана зі зміною матеріальних потоків, технологічних режимів, зміною структури системи керування й об'єкта.

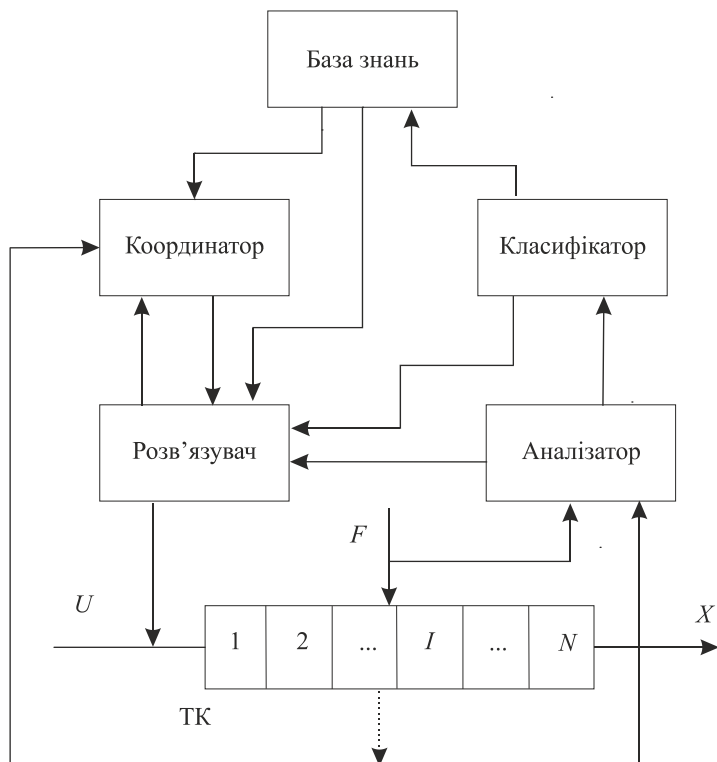


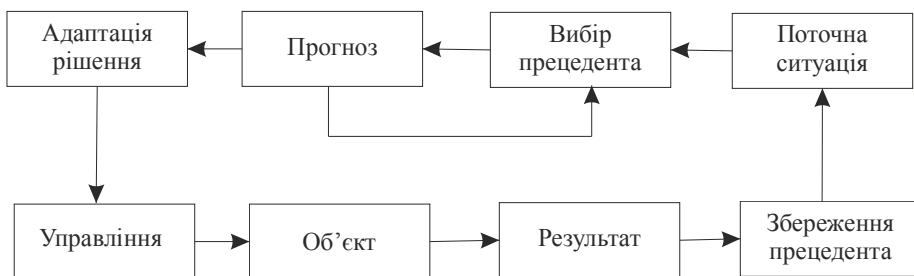
Рис. 1. Структура системи автоматизації процесів координації підсистем технологічного комплексу з використанням ситуаційного керування

Загальна оцінка функціонування технологічного комплексу із системою керування виконується на основі узагальненого економічного показника типу прибутку:

$$\Pi = \int_0^{T_{зв}} \sum_{k=1}^T (B_k \Pi_k - \sum_{\partial=1}^{\Pi} Z_{\partial}) d(t), \quad (2)$$

де $T_{зв}$ — звітний період часу; B_k , Π_k — відповідно, випуск та ціна k -го продукту; Z_{∂} — витрати на випуск продукції, включаючи витрати на систему керування.

Інший підхід до ефективного керування складними ТК полягає в адаптивному керуванні технологічними об'єктами за прецедентами (рис. 1). Такий підхід ґрунтується на аналізі класу станів об'єкта та поєднує методи отримання даних, виведення на основі прецедентів і адаптивне керування в єдину самонавчальну систему, що дає змогу керувати об'єктами з недостатньо формалізованою поведінкою.

**Рис. 2. Схема адаптивного керування за прецедентами**

Цей підхід [18] передбачає виділення об'єктів, що слабо формалізуються, постановку задачі адаптивного керування на основі вибору прецедентів, об'єктивну оцінку результатів застосування в складі технологічних об'єктів. При недостатніх знаннях про об'єкт і середовище, в якому він функціонує, неможливо отримати точну модель поведінки об'єкта. Якщо відома лише апріорна інформація про стани об'єкта, керувальні впливи на нього і їх результати, це відповідає трьом складовим поняття «прецедент» — описом проблеми, застосованим рішенням і результатом його застосування [19; 20]. При керуванні за прецедентами [18; 21] стан об'єкта керування порівнюється з прецедентами із заздалегідь накопиченої бази даних, на основі обраної міри наближення вибирається один із схожих прецедентів. Керувальний вплив, який відповідає обраному прецеденту, використовується безпосередньо, або адаптується до поточного випадку, виходячи зі ступеня наближення до прецедента. Результат впливу також прогнозується за прецедентом, а підсумок впливу заноситься у відповідну базу даних для подальшого використання. Одночасно ставиться і завдання вибору міри наближення для визначення подібності стану керованого об'єкта до існуючих прецедентів, а задача ідентифікації стану об'єкта керування розв'язується за його спостережуваними (відомими) змінними та параметрами. Моделювання такого підходу до вирішення проблем, заснованого на досвіді минулих ситуацій, призвело до появи технології виведення, заснованого на прецедентах (Case-Based Reasoning, або CBR).

Комплексування як підхід також показує високі результати при використанні інтелектуальних методів і технологій при створенні ефективних систем керування. Такі методи набувають широкого розповсюдження, одним з найбільш поширених є метод створення гібридних мереж нейронечітких моделей. Концепція, покладена в основу такого підходу, в достатній мірі охоплює переваги результатів використання технології створення нейронних мереж і переваги представлення інформації та моделей знань, що будуються на основі нечітких множин і нечіткої логіки.

Апарат, який закладений в основу побудови цих мереж, має такі основні переваги [22; 23]:

- 1) можливість гнучкої інтерпретації нелінійних причинно-наслідкових зв'язків які згенеровані на основі нейронечіткої структури;
- 2) можливість донавчання розроблюваної структури.

Далеко неповний та достатньо короткий огляд проблеми комплексування методів сучасної теорії автоматичного керування дав можливість авторам виокремити такі класи систем автоматизації для технологічних об'єктів:

- робастно-адаптивні;
- робастно-оптимальні;
- робастно-модальні;
- робастні із компенсацією запізнь;
- робастні із компенсацією збурень;
- ситуаційні системи координації;
- системи з адаптацією за прецедентами.

Висновки

1. У статті наводиться аналіз методів сучасної теорії керування та проблеми, які виникають при автоматизації складних технологічних об'єктів з властивостями нестационарності, невизначеності та одночасною появою нових вимог щодо ефективності та якості роботи цих систем.

2. Доведена ефективність поєднання ситуаційного керування та методів координації функціонування підсистем.

3. Показано, що метод комплексування надає широкі можливості для підвищення ефективності функціонування технологічних об'єктів з урахуванням ресурсо- та енергоефективних алгоритмів керування.

Література

1. Ладанюк А.П. Особенности задач робастного управления технологическими объектами. Часть 1. Технологические объекты и их математические модели / А.П. Ладанюк, Н.Н. Луцкая // Проблемы управления и информатики. — 2016. — № 5. — С. 16—23.
2. Луцкая Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами: [монографія] / Луцкая Н.М., Ладанюк А.П. — Київ : Видавництво «Ліра-К», 2015. — 288 с.
3. Williams T.S. Интегрированный подход к управлению производственными процессами. / T.S.Williams // 10 World Congress on Automatic Control: Preprints JFAC. — 1987. — P. 205—216.
4. Борзенко И.М. К вопросу об интеграции на автоматизированных предприятиях будущего / И.М.Борзенко, С.Г.Пиггот // Приборы и системы управления. — 1990. — № 1. — С. 4—8.
5. Ицкович Э.Л. Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей / Э.Л.Ицкович. — Москва : КРАСАНД, 2013. — 232 с.
6. Красовский А.А. Наукоеведение и состояние теории процессов управления / А.А. Красовский // Автоматика и телемеханика. — 2000. — № 4. — С. 3—19.
7. Кунцевич В.М. Квазиинвариантность, робастность и адаптация в системах управления / В.М.Кунцевич // Труды научного семинара «70 лет теории инвариантности». ЛКИ. — 2008. — С. 61—91.
8. Гайдук А.Р. Условия достижимости инвариантности систем управления энергетическими системами / А.Р.Гайдук // Автоматика и телемеханика. — 2006. — № 5. — С. 93—101.
9. Мисриханов М.Ш. Инвариантное управление многомерными системами / М.Ш. Мисриханов. — Москва : Энергоатомиздат, 2005. — 236 с.
10. Неймарк Ю.И. Синтез и функциональные возможности квази-инвариантного управления / Ю.И. Неймарк // Автоматика и телемеханика. — 2008. — № 10. — С. 48—56.
11. Литвинцева Л.В. Интеллектуальные системы управления. I. Квантовые вычисления и алгоритмы самоорганизации / Л.В.Литвинцева, С.В.Ульянов // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2009. — № 6. — С. 141—142.
12. Еремин Е.Л. Робастные алгоритмы нестационарных систем управления с явно-неявной эталонной моделью [Текст] / Е.Л. Еремин // Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2001. — № 3. — С. 61—74.

13. Цыкунов А.М. Робастное управление с компенсацией возмущений [Текст] / А.М. Цыкунов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 300 с.
14. Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. Т. 3: Методы современной теории автоматического управления / Н.Д. Егупов. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. — 748 с.
15. Тимченко В.Л. Робастное управление буровым судном в режиме динамического позиционирования с учетом функциональных ограничений / В.Л. Тимченко, О.А. Ухин // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. — 2015. — Volume 7, Issue 3. — С. 10—17.
16. Morari M. Robust process control / M. Morari, E. Zafiriou. — Prentice Hall, 1989. — 488 p.
17. Ладанюк А.П. Система автоматизації процесів координації підсистем технологічного комплексу цукрового заводу з використанням ситуаційного керування / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумигай, Р.О. Бойко // Патент України №73051. 10.09.2012, Бюл. № 17.
18. Карпов Л.Е. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов / Л.Е. Карпов, В.Н. Юдин // Труды Института системного программирования РАН. — 2007. — Т. 13, ч. 2. — С. 37—57.
19. Bundy A. Artificial Intelligence Techniques / Alan Bundy. — Springer Verlag, 1997. — 141 p.
20. Klaus-Dieter Althof. A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools / Klaus-Dieter Althof, Eric Auriol, Ralph Barlette, and Michel Manago. — AI Intelligence, 1995. — 159 p.
21. Карпов Л.Е. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам / Л.Е. Карпов, В.Н. Юдин // Москва : Труды Института системного программирования РАН. — 2006. — № 18. — С. 32—38.
22. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / Ротштейн А.П. — Винница : Универсум-Винница, 1999. — 320 с.
23. Jang J.-S.R. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System // IEEE Trans. Systems & Cybernetics. — 1993. — Vol. 23. — P. 665 — 685 с.

SYSTEM OF SPECIALIZED SEARCH AND SELECTION OF MARKETING DATA FROM THE INTERNET

T. Dzhurenko, E. Myakshylo, V. Romanenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Semantic search
Searching system
Request
Relevant document
Set of documents
Parser*

Article history:

Received 14.05.2017
Received in revised form
05.06.2017
Accepted 24.06.2017

Corresponding author:

T. Dzhurenko

E-mail:

tania-dzhurenko@mail.ru

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-4

ABSTRACT

The issue of searching text data in the Internet is analyzed in this article. The analysis revealed that the existing mathematical tools and software are insufficient for meeting the challenges associated with the processing of multiple resources generated by popular search engines. To improve the efficiency of marketing data selection in a plurality of documents found on the Internet, it was proposed to use the specialized information system, which provides for the formation of a single text document relevant to the user by analyzing text data.

СИСТЕМА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПОШУКУ І ВІДБОРУ МАРКЕТИНГОВИХ ДАНИХ З МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Т.С. Джуренко, О.М. М'якшило, В.М. Романенко

Національний університет харчових технологій

У статті визначено проблеми пошуку текстових даних у мережі Інтернет. У результаті аналізу виявлено, що наявне математичне та програмне забезпечення недостатнє для розв'язання задач, пов'язаних з обробкою множинних ресурсів, які утворюються в результаті роботи популярних пошукових машин. Для підвищення ефективності відбору маркетингових даних у множині документів, знайдених у мережі Інтернет, було запропоновано інформаційну систему спеціалізованого пошуку, яка за рахунок аналізу текстових даних забезпечує формування єдиного, релевантного запиту користувача текстового документа.

Ключові слова: семантичний пошук, пошукова система, запит, релевантний документ, множина документів, парсер.

Постановка проблеми. Інформація, яка використовується в маркетингових дослідженнях, — це сукупність відомостей, повідомлень про господарську (комерційну) діяльність підприємств та їх зовнішнє середовище.

Існує два види даних, які покладені в основу маркетингових досліджень і обумовлюють складання їх плану:

- первинні дані — інформація, яку збирають уперше для досягнення конкретної мети певного дослідження (польові дослідження);
- вторинні дані — інформація, яка вже була зібрана раніше для іншої мети (кабінетні дослідження).

Основними джерелами вторинних даних, поряд з традиційними, є:

- внутрішні дані про діяльність підприємства, доступ і аналіз яких забезпечується корпоративними або спеціалізованими інформаційними системами;
- дані, доступні через Інтернет. У цьому випадку джерелами можуть виступати web-сторінки і web-сайти підприємств конкурентів, бази даних, телеконференції та файлові сервери.

Пошук маркетингових даних у мережі Інтернет має свою специфіку, як і пошук будь-якої професійно-орієнтованої інформації. Запити користувача-маркетолога обмежені словником професійних термінів і виразів, що піддаються класифікації і можуть бути представлені у вигляді онтології [1, р. 508—520].

Множина документів знайдених будь-якою пошуковою системою у мережі Інтернет за запитом користувача містить набір документів різних форматів і розмірів. Для отримання довідки стосовно питання, що нас цікавить, слід відкрити десяток, або більше документів, які ще слід опанувати, щоб вибрати необхідну інформацію. Сучасні пошукові системи використовують багато методів, щоб зробити пошук найбільш ефективним, але цього недостатньо. Користувачеві бажано мати єдиний документ, який містить конгломерат знайдених даних, оцінених за релевантністю. У пропонованій статті зроблено спробу створення інформаційної системи спеціалізованого пошуку, яка дає змогу отримати єдиний документ зі знайдених у мережі Інтернет за запитом користувача-маркетолога.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдання пошуку даних в умовах швидкого розвитку сучасних інформаційних технологій займає одне з центральних місць у сучасній теорії інформації і має фундаментальне значення в процесах обробки цифрових даних. Пошук — найпростіший спосіб доступу до текстової інформації. Сучасні пошукові машини мають такі можливості [2]:

- індексування тесту;
- пошук за ключовими словами;
- морфологічний пошук;
- логічна мова запитів;
- ранжування документів відповідно до ключового запиту.

Однак при сьогоденнішніх швидкостях зростання обсягів інформації в мережі Інтернет цих можливостей стає недостатньо. Взагалі видів пошуку дуже багато і вони розрізняються між собою способом обробки даних. Але у кожному алгоритмі пошуку є свої переваги і недоліки.

Статичні і семантичні методи пошуку, відповідно до форми подання інформації (графи, векторно-просторова модель, латентно-семантичне індексування), запропонували Дж. Солтон, С. Думайс, Е. Расмусен та інші [3, с. 235—234]. Загальним недоліком цих методів є недостатня точність порівняння

документів зі змістом запиту, яка необхідна в автоматизованих системах інформаційного пошуку.

Одним із способів підвищення точності є використання так званої функції «знайти щось схоже». Користувачу потрібно уточнити введений запит, а система в той же час виділить один або декілька знайдених документів і виокремить подібні до зразка.

«Схожості» можна досягнути використанням у пошуковій системі онтології — множини понять, пов'язаних семантичними зв'язками та визначеними для них функціями. На сьогодні розроблено низку таких методів (Д.П. Ночевнов, Г. Бульсков, ін.) [4, с. 105—111], проте в них онтологія є статичною, вагові коефіцієнти понять і зв'язки між ними призначаються вручну, що ускладнює їх ефективну реалізацію в автоматизованих системах [5, с. 51—54].

Якісними показниками, що впливають на роботу пошукової системи, є такі:

- наявність розширеного пошуку;
- наявність спеціалізованого пошуку;
- повнота пошуку;
- релевантність пошуку;
- доступні індивідуальні налаштування;
- зручність інтерфейсу і простота використання [6, с. 200—201].

Проте жодна з пошукових систем не відповідає повністю висунутим вимогам до роботи з даними інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень промислового підприємства, тому завдання полягає в тому, щоб розробити ефективну систему спеціалізованого пошуку даних, орієнтовану на ідентифіковані запити користувачів у професійному інформаційному середовищі. Йдеться про пошук маркетингових даних для харчового підприємства.

Метою дослідження є аналіз пошукових систем і методів пошуку інформації в мережі Інтернет та розробка інформаційної технології відбору релевантних маркетингових даних, серед знайдених у глобальній мережі, за запитом користувача.

Викладення основних результатів дослідження. Організація відбору релевантних даних серед знайдених в мережі Інтернет за запитом користувача.

При розробці системи пошуку та відбору маркетингових даних з мережі Інтернет використовувався булевий метод пошуку. Булевий пошук — це комбінація елементів, що дозволяють включати і виключати із пошукових результатів документи, що містять певні слова. Це досягається за допомогою булевих операторів *and*, *not*, *or*, *near*. Популярність цієї моделі пошуку пов'язана передусім з простотою її реалізації, що дає змогу індексувати і виконувати пошук у великих документальних масивах.

Ті документи, що задовольняють булевий запит, потрапляють у список по черзі. Ідея розширеного булевого пошуку полягає у створенні можливостей для визначення ступеня відповідності документів пошуковому запиту. Це досягається присвоєнням ваги пошуковим термінам. Вага термінів враховується при побудові списку відповідності документів до інформаційного запиту [7, с. 202—209].

Пошук і відбір маркетингових даних булевим методом підвищує паритетність результатів пошуку — повноту й точність.

Також використовувався семантичний метод пошуку, який, у свою чергу, оперує всім змістом документа і після цього формується оцінка його релевантності. Інформаційна база зберігається в тезаурусах — різновид словників, у яких вказані семантичні відношення (наприклад, синоніми, антоніми, пароніми, гіпоніми, гіпероніми) між лексичними одиницями. Таким чином, тезауруси слугують інструментом для опису окремих предметних областей.

Ефективним засобом реалізації семантичного пошуку є онтологія, яка описує семантику наявних у мережі тематичних ресурсів. Онтологія ж є системою, що складається з набору понять і тверджень про ці поняття. Використання онтології у даній системі дасть змогу сформулювати та розширити запит користувача за допомогою перетворення його в сполучений логічними зв'язками набір термінів і понять. Запит буде розширюватись шляхом додавання синонімів.

Система спеціалізованого пошуку і відбору маркетингових даних з мережі Інтернет. Авторами запропонована система спеціалізованого пошуку і відбору маркетингових даних з мережі Інтернет для підтримки прийняття рішень маркетологом підприємства, яка:

- здійснює пошук підприємств, що випускають аналогічний асортимент а також успішних конкурентів, чия продукція користується попитом;
- здійснює вибір зображень, що дають користувачеві вичерпну інформацію про продукцію;
- дає змогу переглянути альтернативну продукцію підприємств-конкурентів.

Розглянемо алгоритм пошуку та відбору знайдених у мережі Інтернет маркетингових даних:

1. Користувач вводить запит у поле введення Системи пошуку маркетингових даних (рис. 1).

Введіть назву підприємства :

Пошук інформації

Рис. 1. Введення запиту в системі пошуку маркетингових даних

2. Запит надходить у змінну $zapit$ і заноситься до БД. У рамках булевої моделі запити і документи подаються у вигляді термів — ключових слів і стійких словосполучень. Зображенням запиту є множина пар певних елементів пошуку та їхніх значень:

$$D_k = \left\{ \left(N_{jk}, V_{jk} \right) \right\}, \quad (1)$$

де N_j — ім'я j -го елемента даних в описі користувацького запиту; V_j — значення цього елемента даних.

Кожен терм представляється як булева змінна: 0 (терм із запиту, не наявний у документі) або 1 (терм із запиту, наявний у документі). Документи, що необхідно знайти — певна підмножина слів, що, по суті, і є набором терм:

$$D \in T, D \in \{0, 1\}^n. \quad (2)$$

3. Змінна передається на сторінку google.com.ua через посилання, наприклад [8].

4. Запит користувача — це набір ключових слів із булевими зв'язками, наприклад:

$$t_1 \text{ OR } t_2; \quad (3)$$

$$t_1 \text{ AND } t_2, \quad (4)$$

де t_1 — ім'я файлу, який необхідно знайти, t_2 — заголовок сторінки. За допомогою пошукової системи та операції конкатенації символічних рядків за тематичним запитом D_k отримаємо множину SP Веб-сторінок, представлених своїми *HTML*-кодами:

$$SP(QS, P) = \{HP_i\}_{i=1}^P, \quad (5)$$

де P — потужність множини SP ; HP_i — елемент множини, що визначає *HTML*-код i -тої сторінки.

За внесеним запитом користувача отримуємо кортеж документів такого виду:

$$z_i = \{\sum d_i\}, \quad (6)$$

де документи відбираються таким чином:

$$d_i = t(Z) \in d_i \wedge (w(t) \rightarrow \max) = \langle \text{Істина} \rangle;$$

$t(Z)$ — терм запиту;

$w(t)$ — вага терма.

Більш релевантними будуть ті документи, в яких сукупна вага знайдених термів буде максимальною.

При цьому вага самого терма визначається як добуток функції від кількості входжень терма в документ та функції від величини оберненої кількості документів колекції, в яких зустрічається цей терм:

$$Nt * IDt, \quad (7)$$

де Nt — кількість входжень терма в документ; IDt — рідкість терма в колекції.

Пошуковою системою (google) генерується Web сторінка зі знайденими посиланнями, наприклад, результат пошуку за запитом Житомирський+маслозавод.

5. Посилання зберігаємо в базі даних у таблиці «Посилання» і передаємо в програму парсер як зміну URL.

6. Парсер підключається до сторінки і вилучає з неї посилання за умовою: `if (tag.Attributes[«url»] != null && tag.Attributes[«content»] != null && tag.Attributes[«name»].Value.ToLower() == «description»).`

Тобто для кожного документа парсер вибирає url, content, name.

7. Вибрані дані заносяться до БД і через запит «SELECT 'url' FROM 'Посилання' WHERE id_url = temp.url.nomer;» вибираються для подальшої обробки їх парсером.

Temp.url.nomer - тимчасова змінна, що використовується для порівняння і відбору посилань, які відповідають умові.

8. URL знову передається парсеру і він переходить на сторінку, де шукає блоки <content> та <body>.

9. Дані вилучаються зі сторінки і вносяться у БД в таблицю «Оброблений документ».

10. Потім відбувається вилучення і видалення всіх HTML кодів сторінки за допомогою функції DeleteKOD.

11. Насамкінець відформатований документ заносяться в таблицю «Форматований документ».

Існує багато способів оцінити документи, знайдені інформаційно-пошуковою системою, на відповідність запиту. На жаль, поняття ступеня відповідності запиту, або релевантності, є суб'єктивним поняттям. Таким чином, ступінь відповідності залежить від конкретної людини, що оцінює результати виконання запиту.

Результат пошуку даних у мережі Internet за запитом користувача зображено на рис. 2.

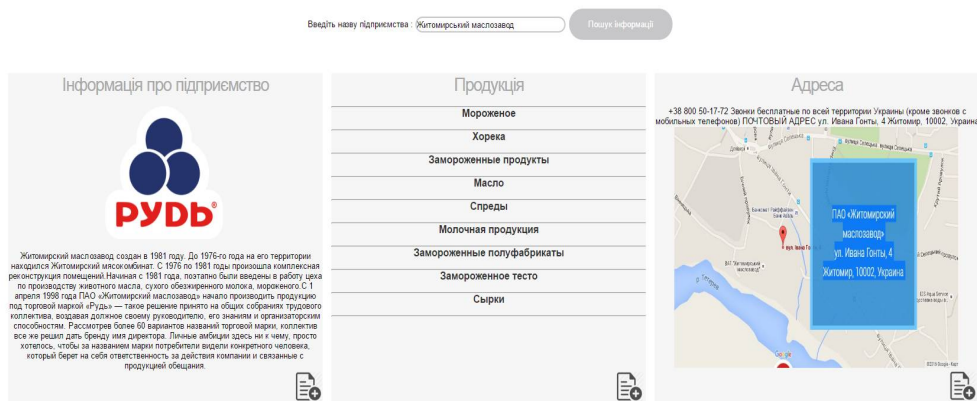


Рис. 2. Результат роботи парсера при запиті «Житомирський+маслозавод»

Висновок

Актуальність дослідження є очевидною, оскільки життя сучасного суспільства вирізняється динамічністю. Кожен з нас у найкоротший термін намагається віднайти корисну, цінну інформацію, що неминуче призводить до зростання популярності Інтернет-служб, які дають змогу просто, швидко, ефективно та якісно надавати різні послуги.

Наявність великої кількості інформації в мережі Інтернет ускладнює ефективний пошук та аналіз даних, а запропоновані у статті методи дають змогу отримувати точніші результати пошуку шляхом запровадження в системі інтелектуальної компоненти, що здійснює вторинний аналіз результатів пошуку, зручне подання відфільтрованих результатів.

На основі проведеного дослідження було запропоновано алгоритм пошуку і подальшої обробки web-документів за сформованим запитом користувача. Запропонований алгоритм забезпечує реалізацію програмного продукту, що обробляє набори сайтів мережі Інтернет на прикладі пошуку маркетингових даних.

Література

1. *Dzhurenko T.* Analysis of Text Mining methods in Web search / T. Dzhurenko, O. Myakshylo, G. Cherednichenko // *Ukrainian Food Journal*. — 2015. — Vol. IV, Iss. 3. — P. 508—519.
2. *Ашманов И.* Информация и знания: невидимая грань [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://it2b.ru/blog/arhiv>.
3. *Даревич Р.Р.* Метод автоматичного визначення інформаційної ваги понять в онтології бази знань / Р.Р. Даревич, Д.Г. Досин, В.В. Литвин // *Искусственный интеллект*. — 2009. — № 3. — С. 343—349.
4. *Ночевнов Д.П.* Системный анализ методов адаптации информационного поиска в информационно-поисковых системах / Д.П. Ночевнов // *Вестник Черкасского государственного технологического университета*. — Черкасы, 2006. — Т. 1. — С. 202.
5. *Войтко В.В.* Порівняльний аналіз пошукових систем як сервісів сучасного документообігу наукових та навчальних організацій / Д.В. Мельник, С.А. Яремко // *Вісник Хмельницького національного університету*. — 2013. — № 4. — С. 202—207.
6. *Шарапов Р.В.* Пути расширения булевой модели поиска / Р.В. Шарапов, Е.В. Шарпова // *Современные наукоемкие технологии*. — 2011. — № 3. — С. 47—49.
7. Житомирський маслозавод [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.google.com.ua/search?q=Житомирський+маслозавод>.

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF LABORATORY RESEARCH ON THE BASIS OF THE SYSTEM APPROACH

V. Samsonov

National University of Food Technologies

A. Sil'vestrov, O. Skrypnyk

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Key words:

*Laboratory research
Systematic approach
Quality of research
methods realization
Optimization
Experimental design
Performance
Manufacturability*

Article history:

Received 17.05.2017
Received in revised form
05.06.2017
Accepted 20.06.2017

Corresponding author:

V. Samsonov

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

This article viewed the problem of improving the efficiency of existing laboratory tests of general engineering disciplines characterized by outdated physical and mathematical basis. This reduces the interest of the students to a deeper analysis of objects and processes. The authors believe that the facilities operate within the existing laws and, therefore, they are not interesting for the students. Therefore, experimental research should be aimed at clarifying the mathematical model of the object under study based on a systematic approach in which research results are evaluated by key indicators of quality of educational resources, such as performance, validity, reliability and manufacturability. A range of estimates, which are set by the developers of the course, are introduced for the success criteria. By manufacturability we understand the degree of automation of the research results processing. The process of laboratory studies optimization is illustrated on the specific example.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-5

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

В.В. Самсонов

Національний університет харчових технологій

А.М. Сільвестров, О.М. Скринник

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У статті розглянуто проблему підвищення ефективності існуючих лабораторних досліджень загальноінженерних дисциплін, які характеризуються застарілою фізико-математичною основою, що знижує інтерес у студентів до більш глибокого аналізу об'єктів і процесів. Доведено, що експериментальні дослідження повинні мати своєю метою уточнення математичної моделі об'єкта, що досліджується, на основі системного підходу, за якого результати досліджень оцінюються основними показниками якості освітніх ресурсів, таких як успішність, валідність, надійність і технологічність. Для

критерію успішності введено діапазон оцінок, які встановлюються розробником курсу. Під технологічністю мається на увазі ступінь автоматизації обробки результатів дослідження. Процес оптимізації лабораторних досліджень проілюстровано на конкретному прикладі.

Ключові слова: лабораторні дослідження, системний підхід, якість методики проведення дослідження, оптимізація, планування експерименту, успішність, технологічність.

Постановка проблеми. Електротехнічні дисципліни, такі як «Електротехніка», «Теорія електричних кіл», «Електроніка» та ін., що відносяться до загальноінженерних, характеризуються майже незмінною у часі фізико-математичною основою. Це отримані сторіччя назад закони Кулона-Кевіндеша, Ампера, Ома, Кірхгофа, Фарадея, Джоуля-Ленца тощо, які можна трактувати як спрощені рівняння Максвела електромагнітного поля для відповідного середовища, що має конкретні геометричні та фізичні властивості. Така стабільність у часі і фундаментальність цих законів стосовно процесу викладання і засвоєння студентами є як позитивною, так і негативною.

Позитив полягає у чіткій (на перший погляд) обґрунтованості процесів і об'єктів електротехнічної природи. Це не повинно викликати сумнівів щодо істинності їх фізико-математичних моделей. Віра в їх істинність повинна ґрунтуватися на практичному підтвердженні, яке отримують студенти на лабораторних роботах. За відповідної точності приладів має місце близькість теоретичних і експериментальних результатів. І предмет засвоюється студентами як абсолютно-конкретний з повністю визначеними властивостями об'єкта.

Негатив полягає у відсутності інтересу до більш глибокого аналізу об'єктів і процесів, що вивчаються, до творчого пошукового підходу: студенту немає необхідності сумніватися у можливій неточності, а інколи і некоректності фізико-математичних моделей об'єктів і процесів, що вивчаються. Дійсно, навіщо щось удосконалювати, якщо і так, на перший погляд, все гаразд: є закони, є об'єкти, в яких вони діють, і немає проблем щодо їх аналізу і додаткових досліджень. Це гальмує розвиток творчих здібностей у студентів, а інколи і у викладачів, які викладають ці предмети. Все, що завершено, мертве і, як наслідок, нецікаве. Можливо тому успішність, яка безпосередньо пов'язана з зацікавленістю, часто буває досить низькою.

У засвоєнні того чи іншого предмета, з метою зацікавленості студента, повинна лежати інтрига, побудована на невідповідності реальних процесів їх ідеалізованим моделі. Експериментальні дослідження (тобто лабораторні роботи) повинні мати своєю метою уточнення математичної моделі процесу чи об'єкта, що досліджується. Під об'єктом розуміють конкретний електротехнічний прилад, апарат або пристрій, під процесом — змінні стану і параметри об'єкта: струми, напруги, опори, індуктивності, ємності тощо.

Застарілість, з одного боку, стендового обладнання лабораторних робіт з електротехнічних дисциплін, ручна обробка результатів експериментів з побудовою одномірних графіків, з іншого — досконалі методи, алгоритми і програми для ЕОМ у деяких випадках призвели до того, що лабораторні

роботи взагалі виконуються віртуально. При цьому втрачається важлива частина навчання — вміння працювати з реальними електротехнічними установками та приладами, які мають свої особливості.

Разом з тим гріх не скористатися високоефективними сучасними методами планування експерименту, автоматизації (якщо є можливість) проведення та оптимальної обробки його результатів на комп'ютері. Завдяки методам оптимального планування та обробки даних на ЕОМ з'являється можливість зробити лабораторні роботи більш цікавими, більш коректними і глибокими та отримати статистично-обґрунтовані результати.

З'являється можливість у повній мірі використати потужний апарат сучасної теорії систем, системний підхід, в основу якого покладено поняття фізикоматематичної моделі об'єкта чи процесу, що досліджується, методів експериментальної перевірки структури й уточнення параметрів. Лабораторні роботи за такої методики являють зворотній зв'язок у процесі пізнання об'єкта чи процесу, що досліджується, який направлено на отримання апостеріорної моделі, отриманої як уточнення апіорної теоретичної.

За такої постановки лабораторних робіт у студентів з'являється інтерес до наукових досліджень, які б уточнювали теоретичні положення стосовно опису реальних об'єктів. Виробляються також навички більш відповідального ставлення до апіорних моделей і методик натурних випробувань відповідних виробів виробництва з метою отримання об'єктивних характеристик цих виробів за апостеріорними моделями.

Мета дослідження: оптимізація процесу лабораторних досліджень на основі системного підходу для забезпечення високої якості методики проведення лабораторних досліджень і навчально-методичних матеріалів в умовах масовості освіти і швидкого старіння інформації, що обумовлює необхідність моніторингу якості освітніх ресурсів.

Викладення основних результатів дослідження. Основними показниками якості освітніх ресурсів є успішність, валідність, надійність і технологічність, використання яких стосовно завдань моніторингу якості освітніх ресурсів вимагає системного підходу. Так, жоден із показників окремо не дає змоги отримати об'єктивну оцінку якості освітніх ресурсів.

Стосовно завдання моніторингу доцільно розглянути якість освітнього ресурсу у вигляді двох критеріїв: успішність і технологічність.

Високий рівень підготовки учнів є основним критерієм усіх складових освітньої системи, в тому числі і методики проведення лабораторних досліджень. Основною загальноприйнятою мірою якості навчальної діяльності є успішність. Якщо ж діапазон успішності учнів визначається внутрішніми вимогами освітнього закладу, то вимоги до успішності за методикою проведення лабораторних досліджень доцільно встановлювати експертним методом для кожного дослідження окремо з необхідним рівнем деталізації. Отже, введено діапазон успішності по освітньому курсу φ_1 , $\varphi_1 \in [\varphi_{\min}, \varphi_{\max}]$, де $\varphi_{\min}$ є мінімально допустиме значення успішності, $\varphi_{\max}$ — максимально допустиме значення успішності, яке встановлюється розробником курсу. Шкала первинних балів для визначення успішності задається у вигляді

$\Delta y = \{\Delta y_{\min}, \Delta y_{\max}\}$, де $\Delta y_{\min}$ — мінімально допустима задовільна оцінка, $\Delta y_{\max}$ — максимально можлива оцінка. При цьому локальний критерій Q_{Usp} має вигляд [1]:

$$Q_{Usp} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{n}, & \text{якщо } \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{n} \leq \varphi_{\max} \\ 1 - \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{n}, & \text{якщо } \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{n} > \varphi_{\max} \end{cases}; \quad x_i = \begin{cases} 1, & X_{Si} \geq \Delta y_{\min} \\ 0, & X_{Si} < \Delta y_{\min} \end{cases}, \quad X_S \in [0, \Delta y_{\max}], \quad (1)$$

де X_S — первинні бали учнів; n — кількість учнів.

Під технологічністю мається на увазі ступінь автоматизації обробки результатів дослідження. Згідно з результатами досліджень [2], індивідуалізація навчання в умовах масової освіти можлива тільки при використанні інформаційних технологій у навчальному процесі, тому що застосування інтерактивних підручників, мультимедійних тренажерів, автоматизованих засобів контролю й самоконтролю забезпечує індивідуальні траєкторії і темп навчання, підвищує ефективність навчального процесу та об'єктивність оцінки рівня підготовки учнів [3; 5]. Найбільш ефективним підходом до організації навчального процесу є скорочення часу безпосередньої взаємодії викладача зі студентом при вивченні освітніх ресурсів з низьким рівнем засвоєння при одночасному збільшенні часу безпосередньої взаємодії викладача зі студентом в міру зростання необхідного рівня засвоєння завдань.

Стосовно задачі моніторингу якості освітніх ресурсів ранжування рівнів засвоєння навчальних цілей виконується з урахуванням зростання рівня засвоєння α від 1 до 8 [4].

Рівень засвоєння освітніх ресурсів встановлюється експертним методом на етапі впровадження курсу. Нормований коефіцієнт засвоєння освітніх ресурсів $k_i^\alpha = \frac{\alpha_i}{\alpha_{\max}}$. Локальний критерій технологічності Q_{Teh} :

$$Q_{Teh} = \frac{\sum_{i=0}^j k_i^T \cdot k_i^\alpha}{j}, \quad k_i^T = \frac{t_i}{t_{\max}} \quad (2)$$

де k_i^T — коефіцієнт технологічності i -го освітнього ресурсу, $k_i^T \in [0...1]$; k_i^α — коефіцієнт засвоєння i -го завдання; t_i — ступінь технологічності освітніх ресурсів, встановлювана експертним методом за абсолютною бальною шкалою залежно від способу організації зворотного зв'язку при контролі і самоконтролі.

Сутність системного підходу як інструмента оптимізації цих критеріїв, на відміну від традиційного, перш за все полягає у використанні й уточненні за даними експерименту об'єкта дослідження та його математичної моделі. Для побудови моделі об'єкта потрібно володіти достатньою інформацією про

нього. На етапі формалізації завдання будується математична модель з використанням законів з предметної області даного об'єкта, невідомі параметри моделі знаходяться за допомогою алгоритмів параметричної ідентифікації.

Доцільно розглянути і порівняти з традиційним підходом технологію проведення досліджень, яка використовує системний підхід. Як приклад, взято лабораторну роботу «Визначення електричного опору R резистора за допомогою вольтметра і амперметра». У традиційній постановці, на основі загально прийнятого закону Ома, оцінка $\hat{R}$ опору R визначається як відношення показів U вольтметра до I амперметра. Тут не враховано фундаментальну властивість об'єктів реального світу, де все з усім взаємопов'язано і, як наслідок, R залежить від I .

У постановці, побудованій на основі системного підходу, шляхом врахування фундаментальних положень фізики, встановлюється апіорна (теоретична) модель резистора як об'єкта, в якому закон Ома $U = R \cdot I$, $R = \text{const}$ суперечить закону Джоуля-Ленца $P = I^2 \cdot R$, де P — потужність, і рівнянням термодинаміки:

$$dQ = cm d\theta^0 + K_{Tv} S_{Oh} \cdot \Delta\theta^0 dt, \quad (3)$$

де dQ — приріст теплоти Q ; θ^0 , c , m , K_{Tv} , S_{Oh} — параметри резистора, відповідно, температура, теплоємність, маса, коефіцієнт тепловіддачі, площа охолодження резистора.

Швидкість зміни Q є потужність P , яку отримаємо, якщо продиференціювати вираз (3):

$$\frac{dQ}{dt} = P = I^2 \cdot R(\theta^0) = cm \frac{d\theta^0}{dt} + K_{Tv} \cdot S_{Oh} \cdot \Delta\theta^0 \quad (4)$$

Якщо для спрощення прийняти, що потужність P незмінна, то в установленому режимі $\frac{d\theta^0}{dt}$ дорівнюватиме нулю, а

$$P = I^2 \cdot R(\theta_\infty^0) = K_{Tv} \cdot S_{Oh} \cdot \Delta\theta_\infty^0, \quad (5)$$

де $\Delta\theta_\infty^0 = \theta_\infty^0 - \theta_0^0$.

Тоді вираз (3) набуває вигляду:

$$\tau_m \frac{d\Delta\theta^0}{dt} + \Delta\theta^0 = \Delta\theta_\infty^0, \quad (6)$$

де $\tau_m \frac{cm}{K_{Tv} \cdot S_{Oh}}$ — теплова стала часу резистора; $\Delta\theta^0 = \theta^0(t) - \theta_0^0$, $\frac{d\Delta\theta^0}{dt} = \frac{d\theta^0}{dt}$.

Питома провідність резистора залежить від коефіцієнта β вільного пробігу електрона, який для металів зменшується при збільшенні температури θ^0 внаслідок збільшення протидії напрямленому руху тепловим хаотичним. Тобто

$$\beta = \beta(\theta^0). \quad (7)$$

Тоді опір R буде функцією θ^0 . Для відносно малих змін $\Delta\theta^0$ в межах $0 \div 100^\circ \text{C}$ ця залежність майже лінійна:

$$R(\theta^0) \cong R(\theta_0^0) \cdot [1 + \alpha \Delta\theta^0], \quad (8)$$

де α — температурний коефіцієнт опору.

Для потужних резисторів, реостатів теплова стала часу може бути значною. Нагрів провідника резистора згідно з (6) відбувається за експоненціальним законом:

$$\theta^0(t) = \theta^0(0) + \Delta\theta^0(t) = \theta^0(0) + \Delta\theta_\infty^0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_m}} \right). \quad (9)$$

Відповідно, $R(\theta^0(t))$, з урахуванням (8) і (9), буде змінюватись у часі, змінюючи за тією ж експонентою свій опір від $R(\theta_0^0)$ до $R(\theta_\infty^0)$ (рис. 1):

$$R(\theta^0(t)) = R(\theta^0(0)) \cdot [1 + \alpha \Delta\theta^0(t)] = R(\theta^0(0)) \cdot \left[1 + \alpha \Delta\theta_\infty^0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_m}} \right) \right]. \quad (10)$$

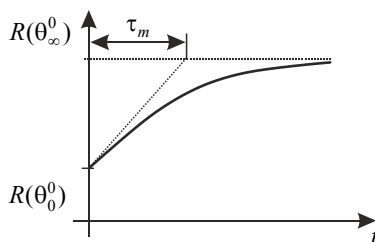


Рис. 1. Графік $R(\theta^0(t))$

Залежно від динаміки зміни напруги U , коефіцієнтів m , K_{Tv} , S_{Oh} , c , α , приросту $\Delta\theta^0$ залежність $R(I^2(\theta^0(t)))$ може бути як суттєвою, так і несуттєвою. Відповідно, резистор може розглядатися як безінерційний, так і інерційний, як лінійний елемент зі сталим опором R , так і нелінійний, де $R(I^2)$.

Визначимо аналітичну залежність $R(I)$ в усталеному режимі. З рівняння (4) при $\frac{d\theta^0}{dt} = 0$ і $t \rightarrow \infty$ отримаємо:

$$I^2 R(\theta_\infty^0) = K_{Tv} \cdot S_{Oh} \cdot \Delta\theta_\infty^0. \quad (11)$$

Знайдемо звідси $\Delta\theta_\infty^0$ і підставимо в рівняння (8):

$$R(\theta_{\infty}^0) \cong R(\theta_0^0) \cdot \left[1 + \alpha \frac{R(\theta_{\infty}^0)}{K_{Tv} \cdot S_{Oh}} \cdot I^2 \right]. \quad (12)$$

Або враховуючи, що $\alpha \frac{R(\theta_0^0)}{K_{Tv} \cdot S_{Oh}} \cdot I^2 \ll 1$ з розкладання (12) у ряд замість (12) наближено маємо:

$$R(\theta_{\infty}^0) = R(\theta_0^0) [1 + \eta \cdot I^2], \quad (18)$$

де η — параметр резистора, який визначає вплив струму I на опір R ,

$$\eta = \alpha \frac{R(\theta_0^0)}{K_{Tv} \cdot S_{Oh}}. \quad (19)$$

Параметр η пропорційний α і зворотно пропорційний $K_{Tv} \cdot S_{Oh}$. Залежно від величини η і I^2 , а також точності вимірювань, резистор слід розглядати як лінійний чи нелінійний елемент.

Далі, розглядаючи резистор як нелінійний об'єкт, на основі методів математичної статистики будується оптимальний план експерименту.

Вольтамперні характеристики лінійного

$$U_L = R_{st.\max} \cdot I = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} \cdot I \quad (13)$$

і нелінійного резистора

$$U_{NL} = (\beta_0 + \beta_1 I^2) \cdot I \quad (14)$$

представлені на рис. 2.

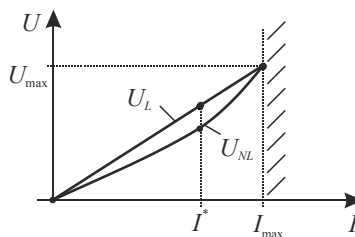


Рис. 2. Вольтамперні характеристики резистора

Якщо від рівняння (13) відняти (14) і підставити $R_{st.\max} = \beta_0 + \beta_1 I_{\max}^2$ $R_{st.\max}$, отримаємо:

$$U_L - U_{NL} = \beta_1 (I_{\max}^2 - I^2) \cdot I. \quad (15)$$

Оптимальне значення I^* , за якого різниця між U_L і U_{NL} (15) максимальна, потрібно визначити за умови:

$$\frac{d}{dI}(U_L - U_{NL}) = \beta_1 I_{\max}^2 - 3\beta_1 I^{*2} = 0 \Rightarrow I^* = I_{\max} / \sqrt{3}. \quad (16)$$

Таким чином отримують дві точки оптимального плану експерименту: I^* і $I_{\max}$. Із виразів (15), (16) визначають β_0 та β_1 :

$$\beta_1 = \frac{U_{\max} \cdot (I^*/I_{\max}) - U_{NL}^*}{(I_{\max}^2 - I^{*2}) \cdot I^*} = \frac{U_{\max}/\sqrt{3} - U_{NL}^*}{2I_{\max}^3/(3\sqrt{3})} = \frac{3[U_{\max} - \sqrt{3}U_{NL}^*]}{2I_{\max}^3}; \quad (17)$$

$$\beta_0 = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} - \frac{3[U_{\max} - \sqrt{3}U_{NL}^*]}{2I_{\max}^3} \cdot I_{\max}^2 = \frac{3\sqrt{3}U_{NL}^* - U_{\max}}{2I_{\max}}. \quad (18)$$

Для прийняття рішення щодо неістотності зміни опору від струму (H_0 гіпотеза) чи істотності (H_1 гіпотеза) знаходять випадкову величину t :

$$t = \frac{\bar{R}(\theta^0) - \bar{R}(\theta_0^0)}{S_{\delta\hat{R}(\theta^0)}} \cdot \sqrt{n}. \quad (19)$$

Перевірка за t -критерієм Стюдента з $n-1$ степенями свободи дає можливість прийняти із заданою достовірністю гіпотезу про лінійність чи нелінійність резистора.

Розглядаючи опір лінії електропередачі з мідного чи алюмінієвого дроту, прийнято на низьких частотах сигналу, до того ж на постійному струмі, представляти його безінерційним елементом з активним опором R . Але за достатньо великої густини струму він повільно нагрівається, змінюючи опір. Тоді зв'язок напруги і струму на ньому буде мати динамічний характер, що еквівалентно інерційності. Наприклад, у котушці індуктивності це призведе до зміни у часі її добротності, а при паралельному включенні конденсатора — до зміни резонансної частоти коливального контура — загороджувального фільтра. За незмінної напруги U , зміна опору R від квадрата струму призведе до зміни енергії W_e . На рис. 3 графічно показана енергія за час T при незмінному опорі $W_e = UI(0) \cdot T$ як паралелограма і при змінному $W_e = U \int_0^T I(t) \cdot dt$ (фігура, що виділена жирними лініями).

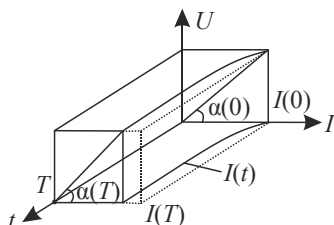


Рис. 3. Графічне відображення втрат електроенергії в проводах унаслідок їх поступового нагрівання струмом, де $\operatorname{tg} \alpha(0) = R(0)$, $\operatorname{tg} \alpha(T) = R(T)$

Аналіз фактичних значень показника успішності і технологічності за умови використання нових методик до проведення лабораторних досліджень. Статистичний аналіз експериментальних даних з 2 курсів для навчальних груп без використання нових методик показав, що діапазон зміни значень локального критерію Q_{Usp} знаходиться в інтервалі від 0,048 до 1. Різниця між мінімальним і максимальним фактичними значеннями показника успішності для 2 курсів склала 0,952. Гістограма емпіричного розподілу фактичних значень показників успішності представлена на рис. 4.

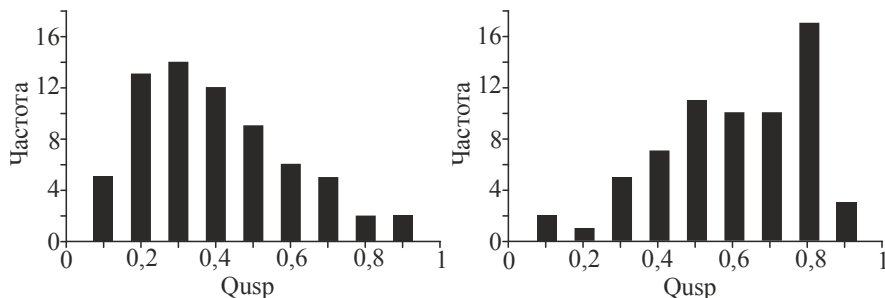


Рис. 4. Гістограма значень показника успішності без використання (зліва) та з використанням (праворуч) системного підходу

Статистичний аналіз експериментальних даних з 2 курсів для навчальних груп з використання нових методик показав, що діапазон зміни значень локального критерію Q_{Usp} знаходиться в інтервалі від 0,084 до 1. Різниця між мінімальним і максимальним фактичними значеннями показника успішності для 2 курсів склала 0,916.

З аналізу гістограм можна стверджувати, що отримано підвищення рівня успішності при застосуванні системного підходу.

Статистичний аналіз фактичних значень показника технологічності з 2 курсів для навчальних груп без використання нових методик показав, що значення змінюються в діапазоні від 0,014 до 0,52. Різниця між мінімальним і максимальним фактичними значеннями показника склала 0,506.

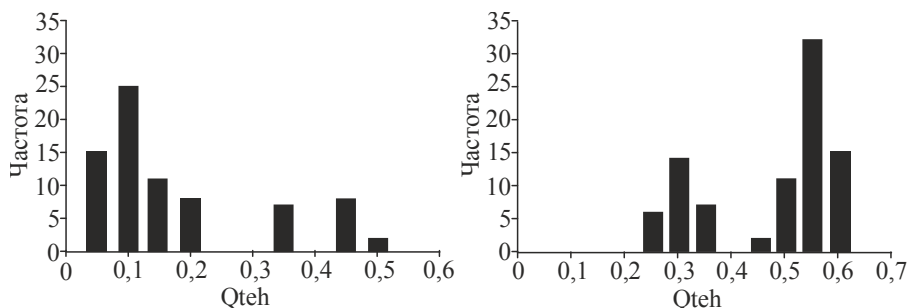


Рис. 5. Гістограма значень показника технологічності без використання (зліва) та з використанням (праворуч) системного підходу

Згідно з рис. 5 для фактичних значень показника технологічності спостерігається тенденція до низьких значень коефіцієнтів технологічності k^T . Дана ситуація обумовлена переважно ручною обробкою результатів навчання в ході безпосередньої взаємодії зі студентами. У табл. 1 представлені експериментальні дані з курсу для розрахунку показника технологічності, для якого отримано значення $Q_{Teh} = 0,087$.

Таблиця. Експериментальні дані показників якості освітніх ресурсів

робота показник	Без використання системного підходу					З використанням системного підходу				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
α	4,5	4,5	4	4	3	6,5	7	7,5	7,5	7,5
технологічність	2	2	2	2	2	6	8	8	8	8
k^T	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8

Статистичний аналіз фактичних значень показника технологічності з 2 курсів для навчальних груп з використання нових методик показав, що значення змінюються в діапазоні від 0,318 до 0,6. Різниця між мінімальним і максимальним фактичними значеннями показника склала 0,282.

У табл. представлені експериментальні дані з курсу із використанням системного підходу, для якого отримано більш високе значення показника технологічності $Q_{Teh} = 0,343$. Більш високий рівень технологічності обумовлений тим, що в 4 роботах з 5 переважно автоматизована обробка, а рівень засвоєння завдання α знаходиться в межах від 5,3 до 7,5. Оскільки середнє α дорівнює 6,76, то можна стверджувати, що отримано підвищення рівня засвоєння даного курсу.

Висновок

Існуюча матеріальна база лабораторних робіт з електротехнічних дисциплін, доповнена ЕОМ, дає можливість, користуючись методикою, побудованою на основі системного підходу, суттєво модернізувати застарілі підходи до лабораторних робіт, зробити їх дійсно цікавими й корисними у формуванні у студентів навичок щодо наукових досліджень і більш точних інженерних розрахунків.

На прикладі лабораторної роботи показано доцільність підходу, що є методично кориснішим, направленим на засвоєння навичок наукової діяльності та більш відповідальним (точним, акуратним) в інженерній діяльності.

За рахунок ефективних методик планування експерименту й оптимальної обробки його результатів на ЕОМ із сучасними пакетами прикладних програм для обробки даних експерименту, алгоритмами оптимального оцінювання, фільтрації збурень та ідентифікації, отримані математичні моделі дають змогу дослідити, на порядок швидше і глибше, різноманітні режими роботи об'єкта.

Література

1. Данченко А.Л. Разработка комплексного критерия качества образовательных ресурсов / А. Л. Данченко, В. А. Ульшин // Вісник СНУ ім. В. Даля. — 2012. — № 4(175). — С. 117—122.
2. Advanced Distributed Learning [Electronic resource] / Advanced Distributed Learning. — USA. — 2010. — Access mode : <http://www.adlnet.gov/Pages/>.
3. Самсонов В.В. Системний підхід до розробки моделі керування процесом навчання / В.В. Самсонов, А.М. Сільвестров, О.В. Скринник // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — Київ : НУХТ, 2010. — № 33. — С. 84—87.
4. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977. — С. 303.
5. Самсонов В.В. Моделивання процесу самостійного навчання з електронним тренажером / В.В. Самсонов, Н.І. Поворознюк, А.М. Сільвестров // Інформаційні технології в освіті. — Херсон : ХДУ, 2008. — Вип. 1. — С. 126—133.

ROLE OF THE SURFACTANTS SYNTHESIZED UNDER DIFFERENT CULTIVATION CONDITIONS OF *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241, *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* IMV AC-5017 AND *NOCARDIA VACCINII* IMV B-7405 IN OIL POLLUTION DESTRUCTION

T. Pirog, S. Antonuk, L. Nikitiuk

National University of Food Technologies

Key words:

Acinetobacter calcoaceticus IMV B-7241
Rhodococcus erythropolis IMV Ac-5017
Nocardia vaccinii IMV B-7405
Surfactants
Traditional substrates and industrial waste
Oil destruction

Article history:

Received 06.05.2017
Received in revised form 02.06.2017
Accepted 19.06.2017

Corresponding author:

T. Pirog
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article investigates the influence of surfactants, synthesized under cultivation of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017 and *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 on traditional substrates and industrial waste, on the decomposition of oil in water (2.6—6 g/l) and soil (20 g/kg) as well as in the presence of heavy toxic metals (0.01—0.5 mM Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+}). It was found that the highest degree of oil destruction (up to 95%) was observed when using cultural liquid after cultivation of studied strains on hexadecane and liquid paraffins. The introduction of Cu^{2+} (0.1—0.5 mM) in the exponential phase of IMB B-7241 and IMB Ac-5017 strains growth on non-hydrocarbon substrates (ethanol, waste oil) was accompanied by the formation of surfactants in the presence of which degree of decomposition of complex with heavy metals oil pollutions increased by 8—15% compared to using preparations synthesized in medium without copper cations. Intensification of oil destruction in the presence of such surfactants can be explained by activating influence of Cu^{2+} on the activity of alkane hydroxylases (the first enzyme of n-alkanes catabolism in producers), and as a consequence, by the preliminary adaptation of cells to petroleum hydrocarbons assimilation.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-6

РОЛЬ ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН, СИНТЕЗОВАНИХ У РІЗНИХ УМОВАХ КУЛЬТИВУВАННЯ *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* ІМВ В-7241, *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* ІМВ АС-5017 І *NOCARDIA VACCINII* ІМВ В-7405 У ДЕСТРУКЦІЇ НАФТОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Т.П. Пирог, С.Б. Антонюк, Л.В. Никитюк

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вплив поверхнево-активних речовин (ПАР), синтезованих за умов росту *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241, *Rhodococcus*

erythropolis IMB Ac-5017 і *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 на традиційних субстратах і промислових відходах, на розкладання нафти у воді (2,6—6 г/л) та ґрунті (20 г/кг), у тому числі й за наявності важких токсичних металів ($0,01\text{--}0,5\text{ мМ Cu}^{2+}$, Cd^{2+} , Pb^{2+}). Встановлено, що найвищий ступінь деструкції нафтових забруднень (до 95 %) спостерігався за наявності культуральної рідини після вирощування досліджуваних штамів на гексадекані та рідких парафінах. Внесення Cu^{2+} ($0,1\text{--}0,5\text{ мМ}$) в експоненційній фазі росту штамів IMB B-7241 і IMB Ac-5017 на неуглеводневих субстратах (етанол, відпрацьована олія) супроводжувалося утворенням ПАР, після обробки якими забруднених нафтою та важкими металами води і ґрунту ступінь розкладання нафти підвищувався на 8—15% порівняно з використанням препаратів ПАР, синтезованих у середовищі без катіонів міді. Інтенсифікація деструкції нафти за наявності таких ПАР може бути зумовлена активуючим впливом Cu^{2+} на активність алкангідроксилази (перший фермент катаболізму н-алканів у штамів-продуцентів) і, як наслідок, попередньою адаптацією клітин до споживання вуглеводнів нафти.

Ключові слова: *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017, *Nocardia vaccinii* IMB B-7405, поверхнево-активні речовини, традиційні субстрати і промислові відходи, деструкція нафти.

Постановка проблеми. Поверхнево-активні речовини (ПАР) широко використовуються у різних галузях промисловості, у зв'язку з чим попит на синтетичні ПАР постійно зростає. Разом з тим темпи розвитку біотехнології на сучасному етапі та підвищення уваги до збереження довкілля зумовили великий інтерес дослідників до мікробних ПАР як альтернативи хімічним аналогам. Завдяки екологічній безпечності, здатності емульгувати гідрофобні сполуки та підвищувати ефективність розкладання ксенобіотиків мікробні ПАР є перспективними для застосування у природоохоронних технологіях [1—4].

У попередніх дослідженнях [1; 5; 6] нами було показано, що поверхнево-активні речовини, синтезовані *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017 і *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 на традиційних субстратах, інтенсифікують процеси розкладання нафти у воді та ґрунті, у тому числі й за наявності важких металів. Встановлено, що одним із механізмів інтенсифікації розкладання нафти є активація природної (автохтонної) нафтоокиснювальної мікробіоти під впливом мікробних ПАР.

Пізніше [7] було показано, що біологічні властивості ПАР (антимікробна й антиадгезивна активність, здатність руйнувати біоплівки) залежать від умов культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241, *R. erythropolis* IMB Ac-5017 і *N. vaccinii* IMB B-7405. Такі дані засвідчили необхідність проведення подальших досліджень з впливу умов культивування на властивості мікробних ПАР з метою одержання цільового продукту зі стабільними заданими властивостями залежно від галузі потенційного практичного застосування.

Мета статті: дослідити вплив поверхнево-активних речовин *A. calcoaceticus* IMB B-7241, *R. erythropolis* IMB Ac-5017 і *N. vaccinii* IMB B-7405, синтезованих у різних умовах культивування, на розкладання нафтових забруднень у воді та ґрунті.

Матеріали і методи. *R. erythropolis* IMB Ac-5017 вирощували у рідкому середовищі (г/л): NaNO_3 — 1,3, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1, NaCl — 1,0, Na_2HPO_4 — 0,6, KH_2PO_4 — 0,14, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,001, pH 6,8—7,0. Як субстрат використовували етанол, гексадекан і відпрацьовану (пересмажену) соняшникову олію у концентрації 2% (об'ємна частка).

Для культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241 використовували середовище такого складу (г/л): $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ — 0,35, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1, NaCl — 1,0, Na_2HPO_4 — 0,6, KH_2PO_4 — 0,14, pH 6,8—7,0. У середовище додатково вносили дріжджовий автолізат — 0,5 (об'ємна частка) і розчин мікроелементів — 0,1 (об'ємна частка). Джерело вуглецю — гексадекан, рідкі парафіни, етанол, рафінована і відпрацьована соняшникова олія в концентрації 2 (об'ємна частка).

Штам *N. vaccinii* IMB B-7405 вирощували у середовищі, що містило (г/л): NaNO_3 — 0,5, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 0,1, KH_2PO_4 — 0,1, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,001, дріжджовий автолізат — 0,5 % (об'ємна частка). Джерело вуглецю та енергії — очищений гліцерин, технічний гліцерин (відходи виробництва біодизелю), рафінована і відпрацьована соняшникова олія в концентрації 2 (об'ємна частка).

У деяких варіантах в експоненційній фазі росту штамів *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *R. erythropolis* IMB Ac-5017 у середовище вносили Cu^{2+} (0,1—0,5 мМ) у вигляді 1М розчину $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Як інокулят використовували культури в експоненційній фазі росту, вирощені на відповідних рідких середовищах, що містили 0,5—1% (об'ємна частка) субстрату. Кількість посівного матеріалу (10^4 — 10^5 кл/мл) становила 5—10% від об'єму поживного середовища. Культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 750 мл з 100 мл середовища на качалці (320 об./хв) при 28—30 °С упродовж 120 год.

Як препарати поверхнево-активних речовин використовували постферментаційну культуральну рідину.

Моделювання забрудненого нафтою і катіонами металів ґрунту. У пластикову ємність вносили 1 кг ґрунту, 25 мл нафти, препарати ПАР (100 мл), 0,01% діамонійфосфат як джерело біогенних елементів і перемішували. При комплексному забрудненні нафтою і катіонами металів у ґрунт вносили (окремо і в комбінаціях) 0,01—0,5 мМ Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} у вигляді 1М розчинів солей $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_4$ відповідно. Зразки кожні три дні примішували для покращення аерації та зволожували стерильною водою. Тривалість експерименту 20 діб.

Моделювання забруднених нафтою і металами водойм. У пластикову ємність вносили 2 л бюветної води, на поверхню якої наносили 6—15 мл нафти, після чого додавали препарати ПАР у концентрації 5% (об'ємна частка), а також 0,01—0,5 Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} окремо і в різних комбінаціях. Як джерело біогенних елементів використовували діамонійфосфат (0,01%). Тривалість експерименту 17—30 діб.

Визначення вмісту нафти. Кількість нафти визначали ваговим методом. Для цього здійснювали трикратну екстракцію нафти гексаном (співвідношення

1:1). Органічний екстракт упарювали до постійної маси на роторному випарнику IP-1M2 (Росія) при температурі 55 °С і абсолютному тиску 0,4 атм.

Всі досліди проводили в трьох повторностях, кількість паралельних визначень в експериментах становило від 3 до 5. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за методикою, описаною раніше у [5; 6]. Відмінності середніх показників вважали достовірними при рівні значущості $p < 0,05$.

Результати і обговорення. Літературні дані [1; 4] свідчать, що найефективніше видалення вуглеводнів досягається за використання мікроорганізмів, здатних асимілювати нафту з одночасним синтезом ПАР. У зв'язку з цим як основні препарати для нафтоочищення використовували культуральну рідину, що містить як клітини нафтоокиснювальних бактерій, так і утворені ними ПАР.

У табл. 1 наведено дані про вплив ПАР, синтезованих *A. calcoaceticus* IMB B-7241, *R. erythropolis* IMB Ac-5017 і *N. vaccinii* IMB B-7405 у середовищі з різними джерелами вуглецевого живлення, на розкладання нафти у воді. Експерименти показали, що незалежно від природи використовуваного субстрату і концентрації нафти у воді (3,0 і 6,0 г/л) ступінь її деструкції за наявності культуральної рідини усіх штамів був достатньо високим (70—98%). Проте найвищий ступінь розкладання нафти (92—95%) спостерігався у разі обробки забрудненої води культуральною рідиною після вирощування штамів на рідких парафінах і гексадекані. Очевидно, що під час культивування на цих субстратах відбувається попередня адаптація клітин до споживання вуглеводнів.

Таблиця 1. Деструкція нафти у воді за наявності культуральної рідини після вирощування *R. erythropolis* IMB Ac-5017, *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *N. vaccinii* IMB B-7405 на різних вуглецевих субстратах

Штам-продуцент ПАР	Джерело вуглецю у середовищі культивування	Деструкція (%) нафти за початкової концентрації (г/л)	
		3,0	6,0
<i>R. erythropolis</i> IMB Ac-5017	Етанол	83	73
	Гексадекан	95	92
	Відпрацьована олія	72	70
<i>A. calcoaceticus</i> IMB B-7241	Етанол	82	80
	Гексадекан	94	92
	Рідкі парафіни	93	92
	Відпрацьована олія	79	77
	Рафінована олія	88	80
	Нерафінована олія	70	71
	Очищений гліцерин	84	82
<i>N. vaccinii</i> IMB B-7405	Технічний гліцерин	90	80
	Рафінована олія	72	70
	Відпрацьована олія	79	70

Примітки. Експозиція — 25 діб. Табл. 1—5: під час визначення ступеня деструкції нафти похибка не перевищувала 5%.

У попередніх дослідженнях [8] встановлено, що додавання Cu^{2+} (0,01—0,5 мМ) в експоненційній фазі росту штамів ІМВ В-7241, ІМВ Ас-5017 і ІМВ В-7405 на гідрофобних (гексадекан, рідкі парафіни, соняшникова олія) і гідрофільних (етанол, гліцерин) субстратах супроводжувалося підвищенням умовної концентрації ПАР на 25—140% порівняно з показниками на середовищі без катіонів міді. Максимальна інтенсифікація синтезу ПАР спостерігалася у разі внесення Cu^{2+} в середовище з вуглеводнями, а підвищення синтезу ПАР за наявності катіонів міді зумовлено їх активуючим впливом на активність алкангідроксилази АлкБ типу (ферменту, що здійснює окиснення вуглеводнів) досліджуваних штамів.

Пізніше [9] було показано, що за наявності невисоких концентрацій Cu^{2+} (0,01—0,05 мМ) і культуральної рідини штамів ІМВ В-7241, ІМВ Ас-5017 та ІМВ В-7405 ступінь деструкції нафти у воді та ґрунті через 20 діб був на 15—25% вищим, ніж без катіонів міді. У [9] ми припустили, що інтенсифікація розкладання нафти за наявності катіонів міді може бути зумовлена їх стимулювальним впливом на активність алкангідроксилаз як штамів-продуцентів ПАР, так і природної (автохтонної) нафтоокиснювальної мікробіоти.

Дані попередніх досліджень [8; 9] дали змогу висловити припущення про те, що ефективність розкладання нафти можна підвищити, використовуючи культуральну рідину, одержану після вирощування штамів *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241, *R. erythropolis* ІМВ Ас-5017 і *N. vaccinii* ІМВ В-7405 за наявності Cu^{2+} . Подальші експерименти підтвердили це припущення (табл. 2—5).

Дані, наведені у табл. 2, показали, що у разі обробки води препаратами ПАР штаму ІМВ В-7241, синтезованих за внесення у середовище з етанолом і гексадеканом катіонів міді, ступінь деструкції нафтових забруднень (у тому числі й комплексних з важкими металами) був на 8—13% вищим порівняно з показниками за наявності препаратів, одержаних на обох субстратах без додавання Cu^{2+} . Крім того, ці результати узгоджуються з попередніми [9] про інтенсифікацію розкладання нафти за одночасної наявності у воді ПАР і катіонів міді.

Таблиця 2. Вплив культуральної рідини, одержаної в різних умовах культивування *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241, на деструкцію комплексних з Cu^{2+} нафтових забруднень у воді

Джерело вуглецю у середовищі культивування	Концентрація Cu^{2+} (мМ) у середовищі культивування	Деструкція нафти (%) у воді за наявності Cu^{2+} (мМ)		
		0	0,1	0,5
Етанол	0	70	83	80
	0,1	82	95	93
	0,5	80	91	90
Гексадекан	0	75	88	85
	0,5	85	96	95

Примітки. Концентрація нафти у воді становила 4 г/л. Експозиція — 20 діб.

У табл. 3 наведено результати деструкції нафти за наявності суміші важких металів ($\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$) у воді після обробки препаратами ПАР,

синтезованими *A. calcoaceticus* IMB B-7241 на рідких парафінах та етанолі (з внесенням 0,5 мМ Cu^{2+} і без катіонів міді).

Таблиця 3. Деструкція нафти у воді за наявності Cu^{2+} , Cd^{2+} і Pb^{2+} і культуральної рідини *A. calcoaceticus* IMB B-7241

Концентрація катіонів у воді, мМ			Деструкція нафти (%) після обробки культуральною рідиною, одержаною після вирощування на		
Cu^{2+}	Pb^{2+}	Cd^{2+}	рідких парафінах	етанолі	етанолі з внесенням 0,5 мМ Cu^{2+}
0,5	0,1	0,1	92	80	88
0,5	0,1	0,5	92	78	87
0,5	0,5	0,1	90	73	85
0,5	0,5	0,5	90	70	85
0	0	0	93	82	90

Примітки. Концентрація нафти у воді становила 4 г/л. Експозиція — 30 діб.

Встановлено, що додавання катіонів міді у середовище з етанолом супроводжувалося утворенням ПАР, за наявності яких рівень деструкції комплексних з важкими металами нафтових забруднень у воді підвищувався на 8—15% порівняно з показниками, встановленими для ПАР, синтезованих на етанолі без Cu^{2+} , і був усього на 3—5% нижчим, ніж за наявності ПАР, одержаних на рідких парафінах (табл. 3).

Наступні експерименти показали, що ступінь деструкції нафти, а також комплексних з важкими металами нафтових забруднень у воді після обробки препаратами ПАР, синтезованих *R. erythropolis* IMB Ac-5017 у середовищі з етанолом (відпрацьованою олією) і 0,1 мМ Cu^{2+} , був на 7—11% вищим порівняно з використанням ПАР, утворюваних на цих субстратах без внесення у середовище культивування катіонів міді (табл. 4).

Таблиця 4. Деструкція нафти у воді, що містить кілька токсичних металів, за наявності ПАР, синтезованих у різних умовах культивування *R. erythropolis* IMB Ac-5017

Катіони металів у забрудненій нафтою воді	Деструкція нафти (%) після обробки культуральною рідиною, одержаною після вирощування на			
	етанолі	етанолі з внесенням 0,1 мМ Cu^{2+}	відпрацьованій олії	відпрацьованій олії з внесенням 0,1 мМ Cu^{2+}
Без катіонів	50	60	50	57
$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	70	81	67	78
$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+}$	65	75	65	78
$\text{Cu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	63	75	62	73
Cu^{2+}	75	85	70	81

Примітки. Концентрація нафти у воді становила 2,6 г/л. Експозиція — 17 діб. Концентрація кожного з катіонів металів у забрудненій воді 0,01 мМ.

Схожі результати були одержані під час дослідження деструкції нафтових забруднень у ґрунті за наявності культуральної рідини після вирощування *R. erythropolis* IMB Ac-5017 гексадекані і відпрацьованій олії з внесенням 0,1 мМ Cu^{2+} в експоненційній фазі росту (табл. 5).

Таблиця 5. Вплив культуральної рідини, одержаної в різних умовах культивування *R. erythropolis* IMB Ac-5017, на деструкцію комплексних з важкими металами нафтових забруднень у ґрунті

Джерело вуглецю у середовищі культивування	Суміш металів у ґрунті	Ступінь деструкції нафти (%)
Гексадекан	Без металів	70
Гексадекан (з внесенням 0,1 мМ Cu^{2+})	Без металів	77
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	88
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+}$	95
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	99
Відпрацьована олія	Без металів	63
Відпрацьована олія (з внесенням 0,1 мМ Cu^{2+})	Без металів	71
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	67
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Cd}^{2+}$	90
	$\text{Cu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$	92

Примітки. Концентрація нафти у ґрунті 20 г/кг, концентрація Cu^{2+} 0,1 мМ, Cd^{2+} і Pb^{2+} — 0,01 мМ. Експозиція — 20 діб.

Так, ступінь розкладання нафти у ґрунті (без металів) після обробки ПАР, одержаними на гексадекані і відпрацьованій олії, становив 70 і 63% відповідно, а за наявності препаратів, синтезованих на середовищі з внесенням в експоненційній фазі росту штаму IMB Ac-5017 катіонів міді, підвищувався до 77 і 71% відповідно. Крім того, за наявності культуральної рідини після вирощування *R. erythropolis* IMB Ac-5017 у цих умовах культивування (з додаванням Cu^{2+}) деструкція комплексних з важкими металами нафтових забруднень у ґрунті досягала 67—99% (табл. 5). Зазначимо, що ступінь розкладання таких забруднень у разі обробки ґрунту препаратами ПАР, одержаними на гексадекані, був вищим (88—99%), ніж за наявності ПАР, синтезованих на відпрацьованій олії (67—92%). Ці дані узгоджуються з наведеними у табл. 1—3 і дають змогу зробити висновок про те, що під час культивування на гексадекані або рідких парафінах клітини продуцентів ПАР адаптуються до споживання вуглеводнів нафти.

Разом з тим дані, наведені у табл. 2—5, засвідчують, що внесення катіонів міді у середовище з неуглеводневими субстратами (етанол, відпрацьована олія) дає змогу попередньо адаптувати мікробні клітини до розкладання нафти завдяки, ймовірно, завдяки активуючому впливу Cu^{2+} на алкангідроксилазу штамів-продуцентів ПАР.

В опублікованому нами раніше огляді літератури [1] детально описано шляхи використання ПАР у природоохоронних технологіях. Аналізуючи дані літератури, що не увійшли у цей огляд, можна зробити висновок, що переважна їх більшість стосується виділення нових штамів-деструкторів нафти, які синтезують ПАР [10—14]. Так, у [10] повідомляється про виділення з Персидської затоки та Каспійського моря 25 штамів бактерій, які на основі аналізу 16S рРНК ідентифіковані як представники родів *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Gordonia*, *Rhodococcus*, *Cobetia*, *Halomonas*, *Alcanivorax*, *Marinobacter* і *Microbacterium*. Штами-продуценти ПАР *Acinetobacter calcoacetivorus* BS і *Alcanivorax dieselolei* PG-12 виявилися найактивнішими деструкто-

рами нафти: за умов росту на середовищі з нафтою через 7 діб ступінь її споживання становив 82 і 71% відповідно [10]. У процесі культивування упродовж 7 діб на середовищі з 1% нафти *Bacillus subtilis* A1 асимілював 87% цього субстрату [11]. Встановлено здатність штаму A1 до синтезу ПАР ліпопептидної природи, причому максимальна концентрація ПАР (4,85 г/л) спостерігалася за умов росту бактерій на середовищі із 3% сахарози. Ізольований із забруднених нафтою зразків ґрунту штам *Pseudomonas aeruginosa* PG1 метаболізував упродовж 5 тижнів на 68—74% такі важкодоступні компоненти нафти (2%), як нафтален, флуорен, фенатрен, антрацен, причому ріст штаму PG1 на нафті супроводжувався синтезом рамноліпідних ПАР [12].

Крім того, рамноліпіди вважаються перспективними агентами для використання у процесах видалення катіонів металів з екосистем. Так, ПАР *Pseudomonas aeruginosa* видаляли до 95% Cr^{+3} (початкова концентрація 40 ppm) з водних розчинів за 5 хв за рахунок флотації [13]. Іншими досліджуваними ПАР гліколіпідної природи були вторинні метаболіти *Burkholderia* sp. Z-90, які за рахунок утворення комплексу «ПАР-катіон металу» видаляли 44,0% Zn, 32,5% Pb, 52,2% Mn, 37,7% Cd, 24,1% Cu та 31,6% As з ґрунту [14].

Проте зазначимо, що у доступній літературі нам не вдалося знайти відомостей про дослідження впливу мікробних ПАР, синтезованих у різних умовах культивування продуцента, на деструкцію як нафти, так і комплексних з важкими металами нафтових забруднень.

Висновок

У результаті проведеного дослідження встановлено, що незалежно від природи джерела вуглецю у середовищі культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241, *R. erythropolis* IMB Ac-5017 і *N. vaccinii* IMB B-7405 синтезовані ПАР інтенсифікували процеси розкладання нафти у воді і ґрунті, у тому числі й за наявності важких металів. Ступінь деструкції нафти під впливом ПАР, синтезованих на промислових відходах, був дещо нижчим (70—90%), ніж за використання вуглеводневих субстратів (90—95%), проте нижча собівартість цільового продукту зумовлює вищу ефективність використання таких ПАР у природоохоронних технологіях. Внесення Cu^{2+} (0,1—0,5 мМ) в експоненційній фазі росту штамів IMB B-7241 і IMB Ac-5017 на неуглеводневих субстратах супроводжувалося утворенням ПАР, що характеризувалися однаковою з синтезованими на гексадекані і рідких парафінах здатністю до розкладання нафтових забруднень.

Література

1. Pirog T.P., Konon A.D., Savenko I.V. Microbial surfactants in environmental technologies. *Biotechnologia acta*. 2015, 8(4), 21—39. doi: 10.15407/biotech8.04.021.
2. Zaki M.S., Fawzi O.M., Abd EL-Zaher M.F. Bioremediation of contaminants. *Life Sci. J.* 2013, 10(1), 3329—3332.
3. Tyagi M., da Fonseca M.M., Carvalho C.C. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes. *Biodegradation*. 2011, 22(2), 231—241.
4. Ławniczak Ł., Marecik R., Chrzanowski Ł. Contributions of biosurfactants to natural or induced bioremediation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2013, 97(6), 2327—2339.

5. Пирог Т.П., Софилканич А.П., Гриценко Н.А. Деструкция нефтяных загрязнений в присутствии поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ас-5017 и *Nocardia vaccinii* IMB В-7405. Биотехнология. Теория и практика. 2015, 2, 42–50. doi: 10.11134/btp.2.2015.5
6. Pirog T. P., Panasyuk E. V., Antonyuk N. A. Impact of microbial *Nocardia vaccinii* IMB В-7405 surfactants on oil destruction in water. J. Water Chem. Technol. 2016, 38(5), 301—306. doi:10.3103/S1063455X1605009X.
7. Pirog T.P., Savenko I.V., Lutsay D. A. Microbial surface-active substances as antiadhesive agents. *Biotechnologia acta*, 2016; 9(3): 7—22. doi: org/10.15407/biotech9.03.007.
8. Пирог Т.П., Конон А.Д., Софилканич А.П., Шевчук Т.А., Парфенюк С.А. Влияние Cu^{2+} на синтез поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В 7241 и *Rhodococcus erythropolis* IMB Ас-5017. Микробиол. журнал. 2013; 75(1): 3—13.
9. Пирог Т.П., Конон А.Д., Софилканич А.П., Шевчук Т.А., Нутинская Г.А. Деструкция нефти в присутствии Cu^{2+} и поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ас-5017 и *Nocardia vaccinii* IMB В-7405. Микробиол. журнал. 2015; 77(2): 2—8.
10. Hassanshahian M., Emtiazi G., Cappello S. Isolation and characterization of crude-oil-degrading bacteria from the Persian Gulf and the Caspian Sea. Mar. Pollut. Bull. 2012; 64(1):7—12. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.11.006.
11. Parthipan P., Preetham E., Machuca L.L., Rahman P.K., Murugan K., Rajasekar A. Biosurfactant and degradative enzymes mediated crude oil degradation by bacterium *Bacillus subtilis* A1. Front. Microbiol. 2017; 8:193. doi: 10.3389/fmicb.2017.00193.
12. Patowary K., Patowary R., Kalita M.C., Deka S. Characterization of biosurfactant produced during degradation of hydrocarbons using crude oil as sole source of carbon. Front. Microbiol. 2017; 8:279. doi: 10.3389/fmicb.2017.00279.
13. Salmani Abyaneh A., Fazaelpoor M.H. Evaluation of rhamnolipid (RL) as a biosurfactant for the removal of chromium from aqueous solutions by precipitate flotation. J. Environ. Manage. 2016; 165:184-7. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.09.034.
14. Yang Z., Zhang Z., Chai L., Wang Y., Liu Y., Xiao R. Bioleaching remediation of heavy metal-contaminated soils using *Burkholderia* sp. Z-90. J. Hazard. Mater. 2016; 301:145—52. doi: 10.1016/j.jhazmat.2015.08.047.

УДК 314.114

SOCIAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE TRANSFORMATION PROCESSES OF THE AGRARIAN SECTOR OF UKRAINE

Yu. Barsuk

Kherson State Agricultural University

Key words:

*Transformation
The rural population
Agricultural sector of the economy
Regulation
Strategy*

Article history:

Received 18.05.2017
Received in revised form
03.06.2017
Accepted 23.06.2017

Corresponding author:

Yu. Barsuk

E-mail:

Uliana_Uliana2017@mail.ru

ABSTRACT

The article studies the current state of social and economic institutions of the agrarian sector of the economy of the region and the country as a whole. The directions for their development have been proposed. According to the results of the study, problems and trends in the development of agricultural production in Ukraine as well as institutional aspects of further transformations of the agrarian sector of the economy were identified. The results of the research can be used to develop and implement a strategy for socio-economic development and targeted programs implemented in the agricultural sector of the Ukrainian economy.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-7

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Ю.В. Барсук

Херсонський державний аграрний університет

У статті досліджено сучасний стан соціально-економічних інститутів аграрного сектору економіки регіону і країни в цілому. Запропоновано та обґрунтовано напрями вдосконалення їх розвитку. За результатами дослідження визначено проблеми й тенденції розвитку аграрного виробництва в Україні, інституційні аспекти подальших перетворень аграрного сектору економіки. Результати дослідження можуть бути використані при розробці та реалізації стратегії соціально-економічного розвитку і цільових програм, що реалізуються в аграрному секторі економіки України.

Ключові слова: трансформація, інститут, сільське населення, аграрний сектор економіки, регулювання, стратегія.

Постановка проблеми. Трансформаційний процес викликав глибокі і масштабні інституційні зміни в сільськогосподарському виробництві. Процеси, пов'язані з подальшими трансформаційними перетвореннями вітчизняної системи аграрного виробництва, так чи інакше відбуваються в напрямку розвитку дієвого комплексу соціальних і економічних інститутів, тому дослідження соціальних і економічних аспектів аграрної економіки з позицій трансформалізму є актуальним науковим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми, пов'язані з розвитком інституційних процесів в аграрному секторі економіки на різних історичних етапах, в тому числі в процесі сучасних ринкових реформ, досліджені такими вітчизняними економістами: А.Д. Гудзинський [1], Ю.М. Лопатинського [2], А.А. Мороз [3], Т.А. Осташко [4], М.В. Присяжнюка [5], А.Г. Шпикуляк. Разом з тим реальне соціально-економічне, особливо демографічне становище в селі, обумовлює необхідність подальшої більш поглибленої роботи у сфері цілеспрямованого правового, економічного та організаційно-управлінського регулювання власне інституційних процесів розвитку аграрного сектору економіки.

Метою статті є аналіз трансформаційних процесів в аграрному секторі і обґрунтування їх розвитку як особливого пріоритету аграрної політики.

Викладення основних результатів дослідження. Аграрний сектор історично займає провідне місце в економіці України. Аграрне виробництво розосереджено на територіях, де проживає більше 38,0% населення країни, саме тому воно впливає не тільки на добробут селян, але є визначальним для багатьох інших галузей, перш за все як джерело сировини. Збереження історично сформованого, звичного способу життя людини, забезпечення повної зайнятості, стан соціальної сфери на селі, облаштування самої території беззаперечно визначають стратегію соціально-економічного розвитку суспільства.

Вирішальну роль у розвитку сільського господарства та його окремих галузей відіграє інституційне середовище, що забезпечує захист інтересів різних груп сільського населення через впровадження соціально-економічної й аграрної політики держави. В результаті радикальної трансформації сформувалася і розвивається нова аграрна структура, обумовлена принципами соціально-ринкового господарства. У зв'язку з цим актуалізується проблема пошуку ефективних схем, моделей та інструментів інституційних перетворень в аграрному секторі, обґрунтування механізму та їх адаптації до системної трансформації вітчизняної економіки на етапі посткризового розвитку. Аналіз статистичних даних свідчить, що за останні роки 2012-2016 рр. істотно загострилися демографічні проблеми села (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка чисельності населення в Україні в цілому і в Херсонській області, побудовано на основі [6]

Показники	Роки					2016 р. у % до 2012 р.
	2012	2013	2014	2015	2016	
1	2	3	4	5	6	7
Чисельність населення в Україні, всього, млн осіб	4,563	4,549	4,543	4,293	4,276	93,7

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
в т.ч. сільське населення, млн осіб	1,425	1,413	1,409	1,326	1,318	92,5
Питома вага сільського населення, %	31,23	31,07	31,02	30,88	30,81	на -0,42
Чисельність населення Херсонської області, всього, млн осіб	1,083	1,075	1,072	1,068	1,062	98,1
в т.ч. сільське населення, млн осіб	0,421	0,418	0,416	0,414	0,412	97,9
Питома вага сільського населення, %	38,85	38,82	38,81	38,80	38,77	на -0,08

Чисельність сільського населення за останні роки в Україні скоротилася на 7,5% і зазначена тенденція зберігається. Зменшення сільського населення відбувається в основному за рахунок скорочення чисельності людей працездатного та пенсійного віку. Аналогічні процеси депопуляції сільського населення спостерігаються і в Херсонській області (на 2,1%). Таким чином, можна констатувати факт господарського спустошення місцевості, яке негативно позначається не тільки на стані аграрного сектору економіки, але й на можливості збереження культурної спадщини країни і її регіонів, самотності, національної ідентичності людей.

Наслідки скорочення чисельності сільського населення і зменшення кількості працездатних проявилися також у зниженні темпів виробництва сільсько-господарської продукції.

Характерними рисами сучасного демографічного стану сільських територій є значна питома вага людей у віці старше працездатного та у віці молодше працездатного.

Така тенденція, очевидно, буде зберігатися ще тривалий час, а це означає, що слід зосередити увагу на якісних аспектах трудового потенціалу. При цьому, за даними Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України, тільки 15% випускників сільських шкіл хочуть працювати в сільському господарстві. Після здобуття вищої освіти в аграрних вузах 11% фахівців погоджуються повернутися в село за будь-яких умов, 17% — за умови надання гідного житла і заробітної плати, а 72% взагалі не мають наміру працювати в аграрній сфері [7].

Таблиця 2. Структура грошових доходів в Україні (в середньому за місяць у розрахунку на одне домогосподарство) [6]

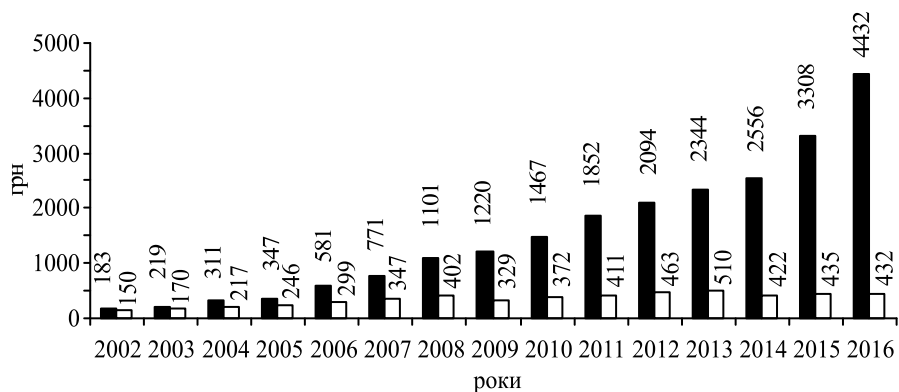
Показники	2010 р.			2014р.			2015р.		
	усі домогосподарства	у тому числі, які проживають		усі домогосподарства	у тому числі, які проживають		усі домогосподарства	у тому числі, які проживають	
		у міських поселеннях	у сільській місцевості		у міських поселеннях	у сільській місцевості		у міських поселеннях	у сільській місцевості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Усього грошових доходів, грн	3126,4	3358,1	2607,4	4160,7	4345,6	3788,5	4676,0	4851,8	4316,4
Відсотків									
Оплата праці	53,0	58,0	38,9	53,6	59,2	40,5	52,8	58,0	41,0

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Доходи від підприємницької діяльності та самозайнятості	6,8	7,2	5,7	5,7	5,6	5,9	6,1	6,5	5,3
Доходи від продажу сільськогосподарської продукції	3,8	0,5	13,2	3,6	0,4	10,8	3,8	0,5	11,5
Пенсії, стипендії, допомоги та субсидії, надані готівкою	28,8	26,7	34,7	29,5	27,9	33,6	28,3	26,9	31,4
Грошова допомога від родичів, інших осіб та інші грошові доходи	7,6	7,6	7,5	7,6	6,9	9,2	9,0	8,1	10,8

Незважаючи на те, що аграрний сектор став головною ланкою національної економіки і в останні роки його продукція є основною складовою українського експорту в цілому, значного поштовху до соціально-економічному підйому села це не дало (табл. 2). Підвищений рівень капіталізації окремих сегментів аграрного сектору є наслідком надмірної експлуатації природно-ресурсного потенціалу, свідченням чого виступає нарощування посівних площ сільськогосподарських експортних культур, зокрема енергетичної спрямованості.

Інтенсивний розвиток аграрного сектору в Україні призвів до підвищення рівня середньої зарплати в даній сфері бізнесу. Номінальне її значення з 2002 р. збільшилось в 24 рази і досягло 4432 гривень в 2016 році. Водночас реальна купівельна спроможність середньої латки в агросекторі залишається на рівні докризового 2008 р. (рис. 1).

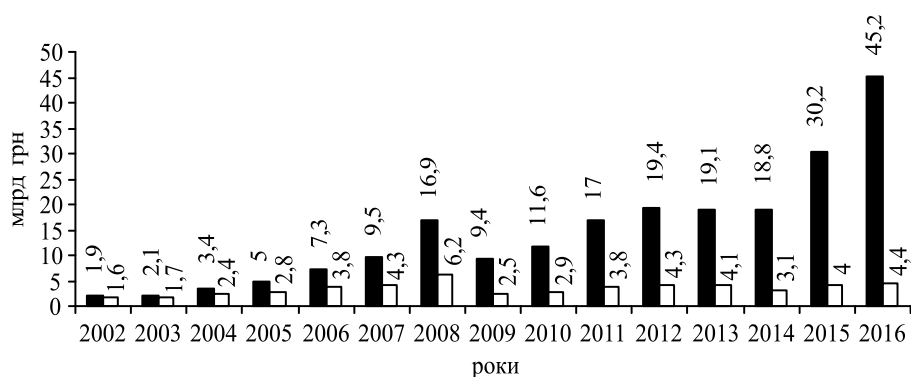


- Середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників у сільському, лісовому і рибному господарстві, грн
- Реальна середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників у сільському, лісовому і рибному господарстві, грн

Рис. 1. Середньомісячна номінальна і реальна заробітна плата в Україні [6]

Таким чином, зростання обсягів сільськогосподарського виробництва і капіталізації суб'єктів аграрного підприємництва не завжди супроводжується зростанням добробуту місцевого населення, оскільки роботодавець прагне максимізувати прибуток, а не забезпечити комплексний розвиток сільських територій шляхом диверсифікації структури місцевого господарства.

Капіталовкладення в аграрний сектор також не перевищили показник 2008 р., який виявився найбільш успішним з точки зору залучення як внутрішніх, так і зовнішніх інвесторів (рис. 2 та 3).



■ Капітальні інвестиції в сільське, лісове і рибне господарство, млрд грн
□ Капітальні інвестиції в сільське, лісове і рибне господарство, в цінах 2001 р., млрд грн

Рис. 2. Капітальні інвестиції в сільське, лісове і рибне господарство в 2002—2016 рр. [6]

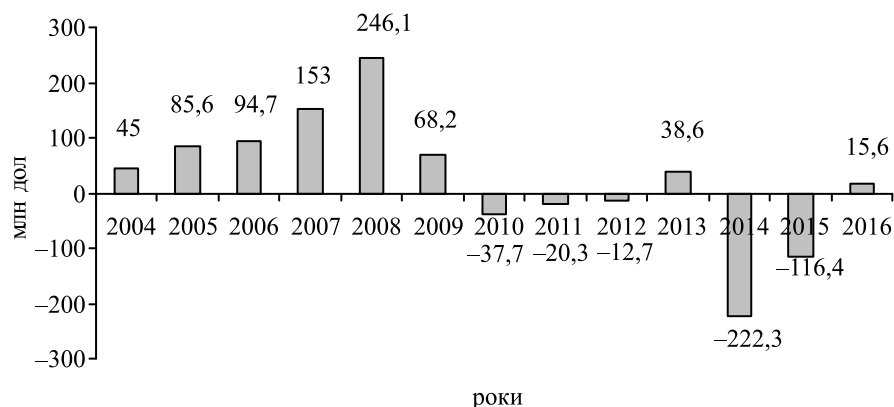


Рис. 3. Зарубіжні інвестиції в сільське господарство протягом 2004—2016 рр. [6]

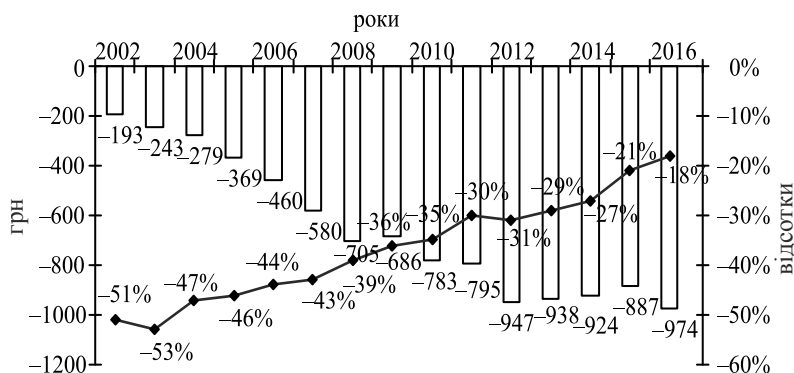
Завдяки створенню сприятливого інвестиційного клімату в 2008 р. вдалося залучити чверть мільярда зарубіжних інвестицій в аграрну сферу, що в нинішніх цінах еквівалентно третині всіх капітальних інвестицій у сільське господарство.

Варто відзначити, що, починаючи з 2010 р., зарубіжні інвестори практично не цікавляться аграрним сектором України. Вони продовжують зазнавати збитків від девальвації національної грошової одиниці, виводячи раніше інвестовані кошти. Періодами рекордних збитків стали 2014—2015 рр., оскільки

ки був фактично знівельований той потенціал, який закладався в 2005—2008 рр. і який ще сьогодні дає змогу отримувати доходи від експорту сільсько-господарської сировини.

Капіталізація аграрного сектору завдяки зарубіжним інвестиціям сьогодні знаходиться на рівні 2007 року. Варто також відзначити високий приплив зарубіжних інвестицій в сільське господарство в 2009 р. на тлі світової фінансової кризи. У той же час показники 2010—2016 рр. так і не змогли перевищити навіть докризовий рівень 2009 року.

Незважаючи на приріст капітальних інвестицій і зростання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, рівень оплати праці в агробізнесі залишається нижчим, ніж у цілому по економіці. Зокрема, так і не вдалося подолати розрив між середньою заробітною платою в цілому по Україні і відповідним показником в сільському господарстві. У 2016 р. цей розрив становив майже 1000 грн. Зважаючи на падіння ділової активності в інших сферах економіки, відносно відставання зменшується, що відбувається за рахунок більш швидкого зростання оплати праці в агросекторі порівняно з іншими сферами економіки (рис. 6).



— Розрив між середньою зарплатою в сільському господарстві і економіці, грн %

Рис. 4. Розрив між середньою заробітною платою по економіці в цілому і в сільському господарстві протягом 2002—2016 рр. [6]

У ході реформування аграрного сектору виникла категорія сільського населення — безробітні люди, які протягом тривалого періоду не можуть знайти роботу і з року в рік, хоча і повільно, але збільшують свою чисельність. Слід зазначити, що реальний стан безробіття значно гірший, ніж офіційно зареєстровано. За різними оцінками, приховане безробіття сягає 30—50% загальної чисельності зайнятих і зростає з року в рік.

Поглиблення соціально-економічного розшарування селян призводить до необхідності дослідження ще однієї складової — якості життя сільського населення. Проблема якості життя включає умови, результати і характер праці, рівень добробуту сім'ї, інституційні, соціальні та екологічні аспекти існування людей. Однією з особливостей сучасного етапу розвитку концепції управління галузями економіки є антропосоціальний підхід, тобто мова йде про первинності людини як особистості і головної продуктивної сили су-

спільства. Виходячи з цього, і повинна будуватися вся система управління суспільством в трьох його організаційних сферах — політичній, економічній, культурній. Іншими словами, надання пріоритету людському капіталу перед матеріальними і фінансовими ресурсами стає в останні роки найбільш помітною тенденцією управління, тому проблеми управління якістю життя і соціальним розвитком набувають все більшої значущості. Останнім часом сільські території характеризуються наростанням негативних явищ в життєдіяльності населення, що знижують його функціональний потенціал як економічного, так і демографічного ресурсу. Розширення масштабів наркоманії, переміщення вікових інтервалів вживання алкоголю і тютюну на молодші покоління, поширення епідемії надмірної ваги й ожиріння, висока частка захворювань, фізично інертний спосіб життя населення мають вкрай несприятливі демографічні наслідки, що визначають соціально-економічний розвиток більшості регіонів країни.

Для сільського населення актуальність проблеми фізичної інертності проявляється особливо гостро. В сучасних умовах, з одного боку, відзначаються низькі масштаби застосування людьми оздоровчої фізичної активності у своїй життєдіяльності, з іншого — зростає чисельність зайнятих важкою фізичною працею, в тому числі жінок репродуктивного віку, норми застосування якого в сільській місцевості майже не дотримуються. Існуюча ситуація з високою виразністю соціально-патологічних проблем (алкоголізм, наркоманія, дитяча та підліткова злочинність тощо) зазначених диспропорцій призводить до погіршення здоров'я сільського населення, підвищення смертності населення країни, зумовленої способом життя і характером праці, збільшенням непрацездатності селян, викликаний високою захворюваністю неінфекційними хворобами, реаліями стає загроза зниження людського потенціалу майбутніх поколінь. Все це обумовлює негативні демографічні наслідки для соціально-економічного розвитку сільських територій у найближчі десятиліття [2].

Слід зазначити, що в даний час працездатного і репродуктивного віку досягли нечисленні представники, народжені в 90-і роки ХХ століття, тому втрати життя і здоров'я цього покоління, пов'язані з високою захворюваністю і наслідками асоціальної поведінки, для села є дуже важливими і загрожують національній безпеці країни в цілому.

Оптимальне забезпечення сільського населення належними умовами праці і відпочинку, створення сприятливого, комфортного і гармонійного життєвого середовища є надзвичайно важливим фактором вирішення соціальних проблем на селі.

Зараз можна констатувати, що переважна більшість сіл у країні виявилася поза сферою соціального обслуговування. Так, за даними Держкомстату Україна, в 46,6% загальної кількості сіл відсутній обов'язковий для кожного села фельдшерсько-акушерський пункт, 70,8% — не забезпечені дитячими дошкільними закладами, 51,4% — школами, 41,2% сіл — установами клубного типу [6]. Формування ринкової економіки зумовило кореневі зміни як в аграрному виробництві, так і в соціальному блоці. Тому ефективна державна політика повинна бути спрямована на досягнення відповідного життєвого

рівня, який може бути реалізований лише за умови всебічного врахування системної дії комплексу виробничих і соціальних факторів і на цій основі поліпшення рівня життя.

Характерні соціальні проблеми сільських територій Херсонської області:

- сильне старіння і депопуляція населення, вимирання сільської місцевості;
- близькі перспективи дефіциту трудових ресурсів в області (внаслідок старіння населення і вступу в працездатний вік нечисленного покоління 90-х ХХ століття);
- значне зниження очікуваної тривалості життя чоловіків через маргіналізацію;
- низький рівень доходів селян;
- зростання рівня прихованого безробіття;
- підвищення рівня захворюваності селян і прояв соціально патологічних проблем;
- слабкий розвиток соціальної інфраструктури сільських територій.

Усі зазначені факти підтверджують необхідність цілеспрямованого управління інституціональною структурою сільського господарства.

Форсування державною владою інституційних перетворень за запозиченим сценарієм, без аналізу його відповідності національному менталітету, ціннісним орієнтирам, історичної парадигми державного управління здатне вирішити лише окремі проблеми. Це, як правило, досягається великою ціною: погіршенням соціального становища, розвалом економіки і, як результат, втратою дійсно прогресивних реформ.

Ситуація ускладнюється такими тенденціями:

- 1) значна частина кваліфікованого працездатного сільського населення мігрує із сільської місцевості в місто;
- 2) умови побуту, соціальна інфраструктура села, рівень оплати праці не відповідають потребам молодих фахівців, призводять до небажання молоді залишатися працювати на селі;
- 3) на тлі старіння сільського населення погіршуються стан його здоров'я;
- 4) значно знижуються можливості з відтворення трудового потенціалу села;
- 5) в умовах обмеженості сфер зайнятості відбувається деградація сільських жителів [3].

На державному та регіональному рівнях доцільно підтримати розвиток великого сільськогосподарського виробництва, яке забезпечить додаткові робочі місця на селі. У свою чергу розвиток інфраструктури сільських територій сприятиме розвитку контрактних взаємин з дрібними товаровиробниками, забезпечуючи їх стійкість.

Висновки

Впровадження принципів соціальної відповідальності в аграрній сфері виступає фактором подальшого розвитку підприємств і набуває першочергового значення при вирішенні ряду соціальних проблем. Однак, хоча і спостерігаються окремі приклади соціально відповідальної поведінки вітчизняних підприємств, впровадження принципів соціальної відповідальності не є загальноприйнятою практикою. Українські компанії зазвичай не використо-

вують сучасні підходи в цій сфері. В даний час принципи і практичні підходи до соціальної відповідальності підприємств, властиві радянському суспільству, були відкинуті з ідеологічних і економічних причин. Виникла ситуація, коли навіть ті конкурентні інтегровані формування холдингового типу, що володіють фінансовими й організаційними ресурсами для вирішення соціальних проблем, не мають чітких орієнтирів розвитку соціальної відповідальності. Багатоаспектний і різнобічний процес інституціоналізації соціальної відповідальності призвів до відсутності єдиної стратегії її розвитку, що ускладнює впровадження концепції соціальної відповідальності на сучасних підприємствах. З огляду на це, доцільним є формування інституту позитивно-соціальної відповідальності, який дасть змогу визначити соціально-економічні основи розвитку соціальної відповідальності підприємств в сучасних умовах. Основними рисами цієї фінансової інституції є: домінування позитивних методів мотивації, самостійний вибір обсягу соціальних зобов'язань, поступовий перехід від моральної відповідальності до юридичної, спрямованість на досягнення ефективних результатів соціальної відповідальності, проактивний характер соціальних заходів. Аналіз проблем соціалізації діяльності підприємств свідчить, що для ефективного функціонування даного інституту в сучасних умовах необхідно впровадити процедуру переходу від моральної до юридичної оформленої відповідальності.

Наступним кроком у визначенні пріоритетних напрямків інституційних змін в аграрному секторі та формуванні відповідної системи їх реалізації має стати розробка Стратегії соціального розвитку села до 2025 р., але за умови подолання відомчої неузгодженості. На сьогодні жодне міністерство не займається розвитком інститутів сільських територій і аграрного сектору економіки в комплексі. Для кардинальної зміни ситуації потрібен державний підхід. Усім органам влади необхідно зрозуміти, що соціальний розвиток сільських територій і підвищення ефективності аграрного сектора — це основа забезпечення не тільки продовольчої, а й національної безпеки, зростання добробуту всього населення країни.

Література

1. Гудзинський О.Д. Сільська зайнятість: стан, перспективи й напрями регулювання / О.Д. Гудзинський // Україна: аспекти праці. — 1999. — С. 11—18.
2. Лопатинський Ю.М. Трансформація аграрного сектора: інституціональні засади / Ю.М. Лопатинський. — Чернівці : Рута, 2006. — 344 с.
3. Мороз О.О. Інституціональна система аграрної економіки України / О.О. Мороз. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. — 438 с.
4. Осташко Т.О. Ринкова трансформація аграрного сектора / Т.О. Осташко. — Київ: Фенікс, 2004. — 280 с.
5. Безуглий М.Д. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України / М.Д. Безуглий, М.В. Присяжнюк. — Київ: Аграрна наука, 2012. — 48 с.
6. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua/>.
7. Національна академія наук України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.nas.gov.ua>.

УДК 331:637.5

APPLIED ASPECTS OF IMPROVING LABOR FORMATION IN MEAT PROCESSING INDUSTRY ENTERPRISES

E. Dragan, A. Berger

National University of Food Technologies

Key words:

Standardization

Labor

Enterprise

Attestation of jobs

Meat processing industry

Article history:

Received 17.05.2017

Received in revised form
04.06.2017

Accepted 27.06.2017

ABSTRACT

The article studies the problems of the current state and development of the organization of labor standardization at meat processing enterprises. It is justified that the improvement of labor standards should be related to the consideration of the severity of the subject of labor in carrying out specific operations for workers of different gender. The shortcomings in the certification of workplaces on working conditions at various meat processing industries are characterized. Proposals for improving the standardization of labor of enterprises are justified.

Corresponding author:

E. Dragan

E-mail:

eidragan@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-8

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМУВАННЯ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

О.І. Драган, А.Д. Бергер

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено проблеми сучасного стану та розвитку організації нормування праці на підприємствах м'ясопереробної галузі. Обґрунтовано, що удосконалення нормування праці повинно бути пов'язано з урахуванням ваги предмета праці при здійсненні конкретних операцій для працівників різної статі. Охарактеризовано недоліки при проведенні атестації робочих місць за умовами праці на різних виробництвах м'ясопереробної галузі. Обґрунтовані пропозиції щодо удосконалення нормування праці підприємств.

Ключові слова: *нормування, праця, підприємство, атестація робочих місць, м'ясопереробна галузь.*

Постановка проблеми. У Кодексі про працю України (глава VI «Нормування праці») в стст. 85, 86, 87, 88, 89, що присвячені даному питанню, наголошується, що основну відповідальність за організацію і нормування праці на виробництвах повністю бере на себе керівництво підприємств [1].

Тому сьогодні функція нормування праці стала прерогативою підприємства. Водночас децентралізація управління економікою не повинна призводити до втрати державних функцій щодо визначення єдиних принципів нормування праці, загальних вимог соціального захисту робітників при підвищенні напруженості норм та інтенсивності праці. Реалізація цих принципів вимагає впровадження нових підходів до роботи з нормування праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання нормування праці на підприємствах були розглянуті М.А. Волгіним, В.В. Вудвудом, Г.Т. Завіновською, Л.В. Синяєвою, О.В. Коломієць, В.Г. Донцовою, Ю.Г. Одеговим, Р.П. Колосовою, О.А. Грішновою, А.М. Колот та іншими. Однак сучасні підходи вимагають від прикладних досліджень урахування галузевих особливостей щодо розроблення пропозицій з удосконалення нормування праці з метою їх практичного застосування на підприємствах.

Дослідження питання організації праці на підприємствах м'ясопереробної галузі свідчить про наявність недоліків і незадоволення працівників її сучасним станом. Основними причинами незадоволення працівників є високий рівень ручної праці у забійних цехах, низька мотивація праці, високий рівень напруженості праці, застосування застарілих норм праці, високий рівень плинності робітничих кадрів тощо.

Мета статті: дослідити проблеми сучасного стану нормування праці та обґрунтувати пропозиції щодо удосконалення нормування праці на підприємствах м'ясопереробної галузі.

Викладення основних результатів дослідження. У сучасних умовах нормування праці на підприємствах м'ясопереробної галузі знаходиться у занепаді. Надвитратний характер економіки підприємств, низький рівень тарифних ставок стали гальмом для використання у виробництві ефективних організаційних рішень і застосування науково-обґрунтованих норм витрат праці. На більшості підприємств норми праці не переглядалися 10 років, а на окремі роботи вони взагалі були відсутні.

Низький рівень нормування праці також обумовлений недостатнім забезпеченням підприємств галузі висококваліфікованими кадрами — інженерами з нормування праці, чисельність яких за останні 15 років скоротилася майже в 10 разів. Як наслідок, атестація робочих місць на більшості підприємств м'ясопереробної галузі за останні 10 років не проводиться (за необхідності проведення атестації робочих місць не менше 2 разів за 5 років [2, с. 32]). Слід зазначити, що атестація робочих місць на підприємствах м'ясопереробної галузі проводилася за загальним положенням про атестацію робочих місць, яке не враховувало галузевих особливостей: важкості і напруженості трудових процесів; забруднення повітря аміаком, чадним газом, сірчаним ангідридом, свинцем, кислотами, озоном; забруднення повітря хвороботворною мікрофлорою, сальмонельозом тощо. Важливість розроблення положення про атестацію робочих місць на підприємствах м'ясопереробної галузі викликана впровадженням міжнародних стандартів НАССР і є його обов'язковою частиною щодо виявлення ризиків на виробництві.

Більшість керівників підприємств м'ясопереробної галузі ліквідували служби нормування праці. Найчастіше ця робота виконується на рівні цехів,

тому не переглядаються норми витрат праці, не проводяться заходи щодо раціоналізації робочих місць. Погіршення стану нормування праці на підприємствах поглиблюється за рахунок недосконалості господарського механізму, який дає змогу збільшувати ціни на продукцію, не знижуючи при цьому витрати виробництва, тощо. Через низку об'єктивних і суб'єктивних причин знижено рівень економічної роботи підприємств галузі. Замість надмірної жорсткої «регламентації» змісту організації і нормування праці, порядку встановлення та перегляду відповідних нормативів протягом короткого часу в Україні сталася її повна децентралізація.

Єдиний наказ «Про заходи щодо поліпшення нормування праці» від 28 грудня 2000 року № 361/7, якій був виданий Міністерством праці та соціальної політики України і Міністерством економіки України, передбачав, що з метою поліпшення нормування праці як важливої складової підвищення ефективності виробництва, зростання продуктивності праці, посилення соціальної захищеності працівників, забезпечення оптимального співвідношення між мірою праці та її оплатою, більш ефективного використання робочого часу за рахунок скорочення його непродуктивних витрат, розвитку та поширення національної нормативної бази з праці, посилення організаційно-методичної і практичної допомоги підприємствам, організаціям з питань нормування праці та на виконання протоколу № 25 засідання Урядового комітету соціального та гуманітарного розвитку від 14.02.2000 р. (п. 5), всі організації державної та комунальної форм власності повинні проаналізувати та вжити заходів щодо підвищення ефективності роботи головних організацій з розроблення нормативних і методичних матеріалів з нормування праці, за необхідності — вирішити питання про створення підрозділів, що мають забезпечити цю роботу [3, с.123].

Фактично держава нині не надає приватним і колективним підприємствам ні методичної, ні нормативно-інформаційної допомоги. Існує реальна загроза втрати здобутків вітчизняних учених і фахівців у цій галузі. Значною мірою залишаються незатребуваними результати наукових і прикладних досліджень з питань атестації робочих місць, раціоналізації трудових процесів на підприємствах м'ясої промисловості.

Наступна причина пов'язана з тим, що рівень середньої заробітної плати та її частка в собівартості є надто низькими — 2—4%, що не спонукає керівництво підприємств до поліпшення нормування праці.

Не сприяють максимальному використанню резервів виробництва на основі поліпшення якості нормування та розширення його сфери і такі чинники, як нестабільність економічного середовища, необхідність проведення реструктуризації виробництва, недооцінка ролі нормування праці як важливої складової організації праці та виробництва, важливого чинника регламентації праці й удосконалення соціально-трудових відносин. Останнє є наслідком недостатньої фахової підготовки керівників підприємств та їхніх структурних підрозділів.

Проте цілком очевидно, що для виробництва м'ясої продукції високої якості і доступної для широкого кола споживачів необхідне постійне зниження витрат на її виробництво, у тому числі за рахунок передовсім викорис-

тання ресурсів праці. Світовий і вітчизняний досвід переконують у тому, що без нормативного регулювання робочого часу за тривалістю, рівнем напруженості (інтенсивності) неможливе ефективне виробництво.

До набуття Україною державності в м'ясопереробній галузі в централізованому порядку Всесоюзним науково-дослідним інститутом м'ясної і молочної промисловості був створений банк даних норм часу для всіх виробництв: м'ясожирового, ковбасного, консервного, технічних фабрикатів, птахопереробного тощо. Дані норми часу передбачають нормативи праці і детальний опис типових робочих місць, застосування технологічного обладнання, пристроїв, які доцільно використовувати при розрахунку норм часу та виробітку на діючих підприємствах галузі.

Недоліком типових норм часу є недостатнє врахування ваги предмета праці при здійсненні конкретних операцій для працівників різної статі та підлітків. Наприклад, операція обвалювання м'яса на кістках (яловичини II категорії). Вага напівтуші в середньому становить 75 кг (шийна частина — 11 кг; поперекова — 9 кг; тазостегнова — 15 кг; лопаткова — 12 кг; крижова і грудореберна — 30 кг). У середньому типова норма виробітку становить 2 т м'яса на кістках за 8 годин. Якщо розглядати послідовність виконання операції — відділення м'яса від кісток кожної частини напівтуші, то потрібно кожен частину підняти не менше 3—4 разів. Таким чином, робітник за зміну піднімає предмет праці вагою 6—8 т для виконання норми виробітку. Дослідження свідчать, що обвалювальники м'яса, відпрацювавши 6—8 років після професійно-технічного училища, переходять працювати на інші дільниці цехів через різні хвороби, що пов'язані з важкістю праці, або звільняються з підприємства. Це стосується також майже всіх інших робітників, які виконують ручні, машинно-ручні операції, що пов'язані з переробленням важких предметів праці. Такі ж самі типові норми виробітку на технологічні операції застосовуються і в країнах ЄС, що сприяє високій плинності кадрів — до 25—30% [4, с. 94]. Все це робить дані професії робітників непривабливими та дефіцитними як для України, так і для країн ЄС.

На підприємствах м'ясопереробної галузі обвалювальниками м'яса, як правило, працюють жінки, для яких типові норми виробітку є порушенням вимог охорони праці, що призводить до скорочення тривалості життя. У зв'язку з цим виникає нагальна проблема — проведення атестації робочих місць та розроблення нових типових норм виробітку на всі ручні і машинно-ручні операції з дотриманням сучасних правил охорони праці, а також розроблення нових типових норм виробітку з урахуванням статі та віку працівників, що не передбачається чинними типовими нормативами праці для всіх виробництв підприємств. Так, згідно з чинною з 1 січня 2002 року Гігієнічною класифікацією праці за показниками важкості трудового процесу, при загальному навантаженні за участю м'язів корпусу, рук та ніг при переміщенні вантажу на відстань до 5 м допустиме (середнє фізичне) навантаження становить: для чоловіків — 25 т·м, для жінок — 15 т·м. При важкій праці 2-го ступеня загальне навантаження для чоловіків складає понад 35 т·м; для жінок — понад 25 т·м (табл.) [5]. Оскільки передбачаються різні

норми навантаження для жінок і чоловіків на цих процесах, то, відповідно, і норми виробітку повинні бути меншими на 40% ($25 : 35 \times 100 = 60\%$).

Таблиця. Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу, [5, с. 366]

№ п/п	Показники важкості трудового процесу	Клас умов праці			
		Оптимальний (легке фізичне навантаження)	Допустимий (середнє фізичне навантаження)	Шкідливий (важка праця)	
				1 ступінь	2 ступінь
1	2	3	4	5	6
1	Фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м				
1.1	При регіональному навантаженні (з переважаючою участю м'язів рук та плечового поясу) при переміщенні вантажу на відстань до 1 м:				
	- для чоловіків	до 2 500	до 5 000	до 7 000	> 7 000
	- для жінок	до 1 500	до 3 000	до 4 000	> 4 000
1.2	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, корпусу, ніг):				
1.2.1	При переміщенні вантажу на відстань від 1 до 5 м:				
	- для чоловіків	до 12 500	до 25 000	до 35 000	> 35 000
	- для жінок	до 7 500	до 15 000	до 25 000	> 25 000
1.2.2	При переміщенні вантажу на відстань більше 5 м:				
	- для чоловіків	до 24 000	до 46 000	до 70 000	> 70 000
	- для жінок	до 14 000	до 28 000	до 40 000	> 40 000
2	Маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну, кг				
	Підіймання та переміщення (разове) вантажів, чергуючи з іншою роботою (до 2 разів на годину):				
	- для чоловіків	до 15	до 30	до 35	> 35
	- для жінок	до 5	до 10	до 12	> 12

При дослідженні шкідливих факторів на підприємствах м'ясопереробної галузі екологічними лабораторіями та обласними санітарно-епідеміологічними станціями виявлено такі порушення:

- наявність шкідливих хімічних речовин у повітрі робочої зони: аміак — 4 клас безпеки; сірководень — 2 клас безпеки; озон — 1 клас безпеки; оксид азоту — 3 клас безпеки; сірчаний ангідрид — 4 клас безпеки; оксид вуглецю — 4 клас безпеки; оксид заліза — 3 клас безпеки; марганець — 2 клас безпеки;

- наявність біологічного фактора: мікробного аерозолі 4 класу небезпеки у повітрі робочої зони в забійному, шкуроконсервувальному, кишковому цехів, цеху технічних фабрикатів;

- наявність вібрації при роботі на електропилах;

- наявність шуму при роботі на подрібнюючому обладнанні;

- стан мікроклімату в приміщеннях цехів: завищена вологість повітря в кишковому, субпродуктовому, забійному, жировому; підвищення температури в термічних відділеннях понад $+40^{\circ}\text{C}$, недотримання температурних режимів у холодильнику нижче -10°C ;

- нервово-емоційна напруженість у забійному цеху;

- важкість трудових процесів майже у всіх цехах підприємства.

На деяких операціях спостерігається не тільки динамічне навантаження, але й статичне. Наприклад, робоча поза характеризується нахилом положення за 30° понад 50% тривалості зміни. При проведенні атестації робочих місць не враховується поєднання динамічного і статичного навантаження робітника. Отже, виникає потреба розроблення методичних рекомендацій щодо комплексної оцінки сумарної дії факторів виробничого середовища та характеру виконання кожної операції на підприємствах м'ясної промисловості. Крім того, необхідно розробити рекомендації щодо зниження впливу наявних шкідливих факторів на здоров'я працюючих.

У сучасних умовах українське суспільство є гендерно асиметричним на користь жінок. Ці ж тенденції спостерігаються і на підприємствах м'ясопереробної галузі, де працює 70—90% жінок [6, с. 10].

Гендерна асиметрія — це соціальне явище, яке відображає об'єктивну закономірність кількісного розподілу чоловіків і жінок у соціальній структурі суспільства і у всіх сферах життєдіяльності. В основі гендерної асиметрії лежить біологічна і фізіологічна різниця за ознакою статі, конкретні соціально-економічні і соціальні умови, реальна демографічна ситуація в країні. Як результат, у 2016 р. — кількісне переваження жінок на 16% у структурі населення, яке об'єднує дві гендерні єдності: жіночу і чоловічу [7].

У ринкових умовах статус жінок різко погіршився, скоротилися можливості професійного і кар'єрного зростання. При цьому необхідно враховувати, що проблема кар'єрного зростання жінок торкається всіх без винятку сфер життя суспільства: економічного, політичного, соціального, духовного. Стан економіки країни — вирішальний фактор суспільного життя, який радикально впливає на становище чоловіків і жінок. Саме в економіці проходять найбільш кількісні і якісні зміни в гендерній асиметрії — зберігається переваження жінок, їх соціальна дискримінація стала сильнішою.

Стаття 24 Конституції України про гендерну рівність, крім прав і свобод, визначає право жінки і чоловіка на рівність як самостійне право людини на повагу, що має бути гарантовано кожному. Стаття 24 забезпечує: надання жінкам рівних з чоловіками можливостей у громадсько-політичній і культурній діяльності; у здобутті освіти і професійній підготовці; у праці та винагороді за неї; спеціальними заходами щодо охорони праці і здоров'я жінок; встановлення пенсійних пільг; створення умов, які дають жінкам можливість поєднувати працю з материнством; правовим захистом, матеріальною й

моральною підтримкою материнства і дитинства, включаючи надання оплачуваних відпусток та інших пільг.

У 2005 р. в Україні було прийнято Закон № 2866-IV «Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків». Значення цього документа полягає в тому, що: 1) сам факт його розробки є свідченням визначення різного впливу публічної політики на чоловіків та жінок, внаслідок чого економічний та соціальний статус жінок стосовно чоловіків постійно знижується; 2) він пропонує впливати на зміни в економіці через гендерний аналіз для розкриття наявних та потенційних соціальних проблем і пошуку рішень їх оптимального розв'язання [8].

Серед гендерних проблем слід виділити наявність гендерної асиметрії на ринку праці — менший рівень оплати праці жінок, поєднання жінками професійних та сімейних обов'язків, наявність дискримінації у зайнятості за ознакою статі, незабезпечення рівних можливостей для жінок та чоловіків на ринку праці. Матеріальні міркування є домінуючими, а в багатьох випадках — єдиним мотивом професійної діяльності українських жінок. Жінки показують свою суттєву адаптованість до зміни умов, більш схильні до співпраці, гнучкості, компромісу, погоджуються реалізувати свою трудову діяльність у менш престижних та більш складних і тяжких умовах праці. Все це стосується й працівниць на підприємствах м'ясопереробної галузі.

Висновки

В умовах інтеграції української економіки у світовий економічний простір зростає рівень конкуренції між підприємствами-виробниками м'ясної продукції, що вимагає активізації роботи щодо економії трудових і матеріальних ресурсів на основі застосування нової техніки та прогресивної технології, підвищення організаційного рівня виробництва й формування інноваційного потенціалу. Вирішенням цих питань є розроблення пропозицій, які повинні включати: максимальне розширення сфери нормування праці; обґрунтування норм здійснювати з урахуванням соціальних, психофізіологічних чинників, статі та віку працівників; проведення коригування типових галузевих нормативів часу з урахуванням вимог охорони праці та техніки безпеки; посилення контролю державної інспекції праці за рівнем обґрунтованості норм трудових витрат та умов праці на підприємствах галузі з метою недопущення перевищення їх допустимих значень; створення науково-методичної основи соціально-економічної оптимізації норм праці для жінок; заборону підвищення норм праці без проведення організаційно-технічних заходів у виробництві; удосконалення методики розрахунку відрядних розцінок з урахуванням коефіцієнту напруженості норм та ін.

Література

1. Науково-практичний коментар Кодексу законів про працю України. Станом на 15.01.2017 р. — Київ : ЦУЛ, 2017. — 312 с.
2. Інформаційний бюлетень з охорони праці. — Київ : ННДІОП, 2015. — № 2. — С. 32—33.

3. Про заходи щодо поліпшення нормування праці: наказ Міністерства праці та соціальної політики України і Міністерства економіки України від 28 грудня 2000 року №361/7 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [uazakon.com>documents/date_2c/pg_isgmsd.htm](http://uazakon.com/documents/date_2c/pg_isgmsd.htm).

4. Флагман м'ясної індустрії України [За ред. А. Степаненко]. — Вінниця : «Універсум-Вінниця», 2000. — 292 с.

5. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу: Наказ Міністерства охорони здоров'я від 27 грудня 2001 року № 528. — Київ : Офіційне видання. — 2001. — 47 с.

6. Попов В.І. Особенности работы мясоперерабатывающих предприятий в современных условиях // Мясной бизнес. — № 4(33).— 2005. — С. 10—11.

7. Демографія та соціальна статистика «Населення та міграція» (оновлена на 01.01.2017) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

8. Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків: Закон України №2866-IV// ВР України. — 2005.— № 52.

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE HOUSEKEEPING SERVICE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE HOTEL FACILITIES

O. Kuzmin, K. Popovich, E. Voznyuk, A. Linchevska

National University of Food Technologies

Key words: <i>Quality</i> <i>Quality control system</i> <i>Hotel industry</i> <i>Housekeeping service</i>	ABSTRACT
Article history: Received 17.05.2017 Received in revised form 07.06.2017 Accepted 24.06.2017	The article describes the housekeeping service as an integral part of the hotel business, which aims to meet the needs of the hotel guests. The main levels of quality control of the housekeeping service and the main methods of training in this service are considered. The concept of a quality management system is revealed as one of the tools for improving the quality of services. The main directions of development of the housekeeping service in the context of modern innovative processes are revealed. The elements of the housekeeping quality management system, which are necessary for standardization of service work and control over their quality as well as improvement of technical level and quality of services of hotel and restaurant establishments, with further reduction of expenses and saving of material and labor resources are developed.
Corresponding author: O. Kuzmin E-mail: kuzmin_ovl@nuft.edu.ua	

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-9

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СЛУЖБИ HOUSEKEEPING У ГОТЕЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

О.В. Кузьмін, К.В. Попович, О.В. Вознюк, А.А. Лінчевська

Національний університет харчових технологій

У статті охарактеризовано службу Housekeeping як невід'ємну складову готельного господарства, основною метою якої є задоволення потреб гостей готелю. Розглянуто основні рівні контролю якості роботи служби Housekeeping та основні методи навчання. Розкрито поняття системи управління якістю як одного із важелів покращення якості послуг. Визначено основні напрямки розвитку служби Housekeeping в контексті сучасних інноваційних процесів. Розроблено елементи системи управління якістю служби Housekeeping, які необхідні для стандартизації робіт служби та контролю над їх якістю, підвищення технічного рівня та якості послуг готельно-ресторанних закладів, при подальшому скороченні витрат та економії матеріальних і трудових ресурсів.

Ключові слова: *якість, система управління якістю, готельне господарство, служба Housekeeping.*

Постановка проблеми. На сьогодні однією з головних проблем готельного господарства України є розробка та впровадження системи управління якістю (СУЯ), наявність якої залишається важливим інструментом у конкурентній боротьбі на ринку послуг.

Складність оцінки послуг готельно-ресторанних закладів (ГРЗ) багато в чому викликана труднощами формалізації, узагальненням та аналізом критеріїв оцінки, а також визначенням методів їх вимірювання, тому для встановлення якісних параметрів послуг найчастіше застосовують кваліметричні методи.

Розробка елементів СУЯ служби Housekeeping необхідна для підвищення технічного рівня та якості послуг ГРЗ при подальшому скороченні витрат та економії матеріальних і трудових ресурсів. Впровадження СУЯ та стандартизація робіт служби Housekeeping дає змогу максимально ефективно виконувати роботу кожному учаснику процесу та спростити контроль за якістю проведених робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розробки СУЯ у ГРЗ присвячена велика кількість наукових праць, серед яких [1—8].

Метою статті є розробка елементів СУЯ служби Housekeeping у готельному господарстві за одночасного підвищення технічного рівня якості послуг, скорочення витрат та економії матеріально-технічних ресурсів.

Викладення основних результатів дослідження. У готельному господарстві служба Housekeeping є однією з найважливіших у готелі, забезпечує прибирання, підтримку чистоти і формування асортиментного ряду предметних послуг номерного фонду та громадських приміщень, якісний стан аксесуарів. Служба Housekeeping поєднує в собі функції підрозділів, які раніше виконувались адміністративно-господарською службою, службою господарського забезпечення та обслуговування готелю, службою покоївок, службою готельного господарства, службою експлуатації номерного фонду, поповнювальною службою.

Розробляння та впровадження СУЯ служби Housekeeping (відповідно до вимог [9—11]), передбачає сукупність організаційних структур, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення загального керівництва якістю служби Housekeeping. Процеси, необхідні для розробляння СУЯ, повинні охоплювати сфери, пов'язані з управлінською діяльністю, а також постачанням ресурсів.

На першому етапі приймається рішення про створення СУЯ, визначається політика у сфері якості, формується служба якості, встановлюються основні етапи, виконавці, строки розробки та впровадження. Проводяться підготовчі роботи зі створення організаційної структури СУЯ на основних етапах створення та розробка комплексу документації СУЯ. Організаційна структура управління службою Housekeeping ілюструється схемою (рис. 1), що описує основні зобов'язання керівників і виконавців організації, які забезпечують функціонування СУЯ.

Розробка документації СУЯ служби Housekeeping передбачає наявність документації, необхідної для належного функціонування СУЯ, та забезпечення якості продукції й послуг (рис. 2). Найбільш характерними видами документів у сфері якості є стандарти, процедури, методики, інструкції, програми забезпечення якості, поточна документація.

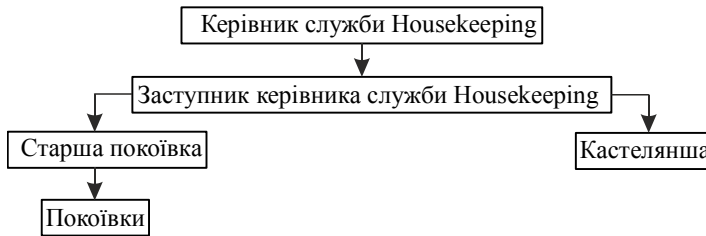


Рис. 1. Організаційна структура управління службою Housekeeping



Рис. 2. Структура СУЯ служби Housekeeping

Обов'язки та повноваження персоналу служби Housekeeping, а отже, і відповідальність за виконання викладених обов'язків, відображені в положенні «Про Housekeeping» (ПІ-1-1/0-17) та посадових інструкціях: «Посадова інструкція керівника служби Housekeeping» (Head Housekeeper) (ПІ-1-1/0-17), при здійсненні загального керівництва виробничо-господарською діяльністю служби; «Посадова інструкція заступника керівника служби Housekeeping» (Assistant Housekeeper) (ПІ-1-2/0-17), при здійсненні управлінських функцій служби; «Посадова інструкція старшої покоївки» (HSKP Supervisors) (ПІ-1-3/0-17), при здійсненні господарської діяльності та управлінні покоївками; «Посадова інструкція покоївки» (Chambermaids) (ПІ-1-4/0-17), при здійсненні господарської діяльності, в процесі прибирання номерів; «Посадова інструкція кастелянші» (Linen-Keeper) (ПІ-1-5/0-17).

Відповідальність і повноваження співробітників при управлінні процесами СУЯ у службі Housekeeping розподілено згідно з матрицею (табл. 1).

Для перевірки рівня кваліфікації працівників використовується метод стандартів виконання, серед яких «Стандарт обслуговування» (СТ-1-2/0-17), що дає змогу оцінити досягнення співробітників рівня виконання своїх обов'язків, який вважається нормою для даного процесу. Розроблено «Стандарт покоївки» (СТ-1-1/0-17), який дає змогу оцінити відповідність дій працівників згідно з технологією збирання номерів (технологічна інструкція якості «Прибирання приміщень» ТІ-1-1/0-17. Для оцінки якості роботи працівників служби Housekeeping розроблені спеціальні нормативи, які контролює керівник служби та його заступник, що дає змогу проводити інвентаризацію, прописати об'єкти прибирання, вказати засоби, інструменти і методи прибирання, скласти технологічні карти щоденного та генерального прибирання.

Таблиця 1. Матриця розподілу відповідальності і повноважень

Найменування операції	Керівник служби House-keeping	Заступник керівника служби House-keeping	Старша покоївка	По-коївка	Кас-телян-ша	Голов-ний інженер
Видача завдань на зміну	К	К, Р	В	В	В	
Дотримання вимог нормативної документації при прийманні прибраних номерів і видачі білизни	К	К, Р	К	В		
Обслуговування, наладка та ремонт обладнання	К	С				Р, В
Управління невідповідною послугою	К	К, Р	В	В	В	
Впровадження коригувальних і запобіжних дій	К	К, Р	В	В		С

*Р — вирішує, К — контролює, В — виконує, С — співпрацює

Способи та методи прибирання постійно удосконалюються й розвиваються, але головним критерієм оцінки роботи покоївки залишаються бездоганна чистота номерів, її охайність при виконанні прибиральних робіт, правильне і вміле поводження з прибиральними матеріалами та інвентарем.

Перед початком роботи покоївка отримує вказівку на черговість прибирання номерів. Спочатку прибираються заброньовані номери та вільні номери, оскільки в них у будь-який час можуть поселити гостей. Якщо вони вже були прибрані у вечірній або нічний час, треба додатково протерти пил з полірованих поверхонь і перевірити якість прибирання санітарного вузла, наявність у ньому туалетного паперу, мила та іншого туалетного приладдя. Потім покоївка прибирає номери, які звільнилися після виїзду, щоб підготувати їх до заселення та не допустити простоїв. Лише після цього вона приступає до поточного щоденного прибирання номерів.

Окрім щоденної перевірки номера після прибирання покоївки (житлового та виїзного), вводиться графік «точкових перевірок», коли старша покоївка

досконально перевіряє в день кілька номерів з розкриттям усього заправленого ліжка, щоб переконатися, що матрац, наматрачник, ковдри, подушки тощо, не мають плям, волосся і сторонніх запахів. При стандартній перевірці номера, без зняття постільної білизни, ці зони можуть бути просто невидимими.

Генеральне прибирання проводиться один раз у 7—10 днів. Під час генерального прибирання видаляють пил із стін, прочищають вентиляційні ґрати, чистять пиłosосом драпіровки, пружинні матраци і перини, протирають стекла вікон і дверей. Генеральне прибирання проводиться, як правило, після натирання паркетних підлог у номері. При генеральному прибиранні номерів можуть проводитися також додаткові роботи (миття стін, килимів і килимових доріжок, фарбування підлог).

Для оптимізації методів роботи служби Housekeeping та відповідності сервісу світовим стандартам керівництво служби проводить професійні навчальні тренінги. Для цього розробляється план щомісячного навчання персоналу, яке є обов'язковим для співробітників. За результатами кожного професійно-навчального тренінгу всі учасники навчання проходять тестування.

Основним документом СУЯ є настанова з якості — процедура СУЯ (ПСУЯ-1-1/0-17 «Управління процесами Housekeeping»), яка встановлює порядок (послідовність) здійснення діяльності служби Housekeeping в структурі СУЯ, що відповідає вимогам ДСТУ ISO 9001:2015 [9] (табл. 2).

Роботи у службі Housekeeping вимагають чіткої координації дій з іншими підрозділами готелю: службою прийому і розміщення, інженерно-технічною службою, службою харчування, до якої входять ресторан, кухня, банкетна служба, рум-сервіс, службою безпеки, комерційним відділом, бухгалтерією та відділом інвентаризації.

Окрім цього, важливою складовою діяльності служби Housekeeping є внесок у збереження навколишнього середовища. Саме цій службі доводиться мати справу зі сміттям, усуненням забруднень, використанням реагентів, що завдають шкоду природі. Значний досвід накопичено у використанні програм, які обмежують використання технологій і реагентів, що впливають на природу.

Таблиця 2. Структура процедури СУЯ

№ п.п.	Найменування розділу	Зміст розділу	Пп. ISO 9001:2015 [9]
1	2	3	4
1	Вступ	Загальні відомості про організацію та її продукцію; управління Настановами з якості	4.2.2
2	Загальні положення	Принципи побудови й об'єкти управління	4.1
		Організаційна структура СУЯ	Розділ 5
		Відповідальність і повноваження керівництва. Моніторинг СУЯ	Розділ 8
3	Процедури	Структура документації СУЯ	4.2
		Стислий опис або посилання на документовані процедури СУЯ організації	Розділи 4, 8
		Стандарти підприємства, програми та плани якості, положення про підрозділи та посадові інструкції	Розділи 4—8

1	2	3	4
4	Процеси	Основні процеси СУЯ й їх взаємодія. Стислий опис процесів у СУЯ або посилання на документи, що їх визначають (процеси реалізації функцій вищого керівництва; управління ресурсами; життєвого циклу продукції; вимірювання, аналізу та поліпшення)	Розділи 5—8
5	Нормативні посилання	Перелік і позначення документів, на які є посилання в Настановах з якості	Розділ 2
6	Визначення й скорочення	Терміни, визначення й використані скорочення	Розділ 3
7	Зміни	Інформація про зміни Настанов з якості	

Велика кількість готелів розробили і реалізують програми із сортування та утилізації відходів (паперу, скла, металу, харчових відходів), скорочення використання паперової продукції в гостьових номерах (зі зростаючою популярністю Інтернет-технологій), застосування екологічно-безпечної продукції і технологій.

Для усвідомленої участі персоналу служби Housekeeping в цих заходах проводяться спеціальні навчання з метою залучення кожного співробітника до програми утилізації відходів.

Висновки

Отже, впровадження СУЯ у службі Housekeeping дає змогу постійно поліпшувати й оптимізувати роботу підрозділу, а також забезпечити умови для формування конкурентоспроможних послуг і підвищити їх ефективність. Здатність надавати послуги, які не лише задовольняють вимоги споживача, але й перевищують їх очікування — ось найголовніший показник конкурентоспроможності будь-якої організації.

Література

1. *Екзархова Я.Д.* Інновації на підприємствах готельного господарства / Я.Д. Екзархова, О.В. Кузьмін // Наукова творчість молоді в індустрії гостинності, матеріали 2 Всеукр. наук.-практ. конф. студ., аспірант., та молод. вчен. — Донецьк : ДонНУЕТ, 15—16 листопада 2012 року. — С. 270—271.
2. Кількісна оцінка якості готельного продукту : монографія / В.Г. Топольник, А.П. Бутова, І.В. Кошавка, А.В. Полякова, О.В. Кузьмін, О.В. Куценко; ред.: В.Г. Топольник; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. — Донецьк : ДонНУЕТ, 2013. — 207 с.
3. *Постоянкін І.С.* Розробка елементів системи управління якістю у технологічному відділі готельно-ресторанного закладу / І.С. Постоянкін, О.В. Кузьмін // Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України : Міжнародна науково-практична конференція (24 вересня 2015 року). — Київ : НУХТ, 2015. — С. 157—158.
4. *Кузьмін О.В.* Розробка системи управління якістю у готельних комплексах / О.В. Кузьмін, М.С. Черниш // Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України : Міжнародна науково-практична конференція (24 вересня 2015 року). — Київ : НУХТ, 2015. — С. 158—159.
5. *Кузьмін О.В.* Елементи системи управління якістю в готельно-ресторанних закладах на стадії виробництва продукції / О.В. Кузьмін, З.В. Зваричук, Є.О. Єфімова // Якість і безпека харчових продуктів : II Міжнародна науково-практична конференція (12—13 листопада 2015 року). — Київ : НУХТ, 2015. — С. 67—69.

6. Єфімова Є.О. Розробка та впровадження елементів системи управління якістю послуг в службі прийому і розміщення / Є.О. Єфімова, К.В. Попович, О.В. Кузьмін // Проблеми управління і економіки підприємств в сучасних умовах : матеріали XII Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяченої 85-річчю від дня народження д.е.н., проф. Чепурнова І.А., Київ, 26—27 травня 2016 р. : тези доп. — Київ : НУХТ, 2016. — С. 100—102.

7. Розвиток готельної індустрії в Україні / [Д.А. Макалендра, Д.Ю. Білоусов, О.В. Лівар, О.В. Кузьмін] // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Т. 22, № 4. — С. 61—75.

8. Попович К. Розробка системи управління якістю служби Housekeeping / К. Попович, О. Кузьмін // Матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 5—6 квітня 2017 року — Київ : НУХТ. — 2017 — Ч. 3. — С. 268.

9. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги [Чинний від 2016-07-01]. — Київ : УкрНДНЦ, 2016. — 31 с. — (Національний стандарт України).

10. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів [Чинний від 2008-01-01]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2008. — 29 с. — (Національний стандарт України).

11. ДСТУ 4268:2003. Послуги туристичні. Засоби розміщування. Загальні вимоги [Чинний від 2004-07-01]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2004. — 9 с. — (Національний стандарт України).

MOTIVATION AND INCENTIVES IN TERMS OF CREATIVE MANAGEMENT

N. Zhuzhukina

National University of Food Technologies

Key words:

*Motivation
Stimulation
Human capital
Cognitive qualities
Creative management
Individual incentives*

Article history:

Received 03.05.2017
Received in revised form
18.05.2017
Accepted 25.06.2017

Corresponding author:

N. Zhuzhukina
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article is based on the analysis of motivation theories, such as the theories of needs, expectations and justice. The conceptual basis for the formation of the incentive system has been defined — namely, the transparency and lack of voluntarism and protectionism; using direct and indirect financial incentives; using social incentives of comfort and creativity. When implementing these group motivations to determine the personal contribution of each employee, it is recommended to use such tools as complex indicative indicators and grading factors. In the conditions of formation of the information society, the group methods of motivation and stimulation are gradually replaced by an individual incentive system. In this regard, we examined the model of cognitive stimulation of Myers-Briggs, which still is not widely used in the practice of domestic enterprises and even in the education system.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-10

МОТИВАЦІЯ І СТИМУЛЮВАННЯ В УМОВАХ КРЕАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Н.І. Жужукіна

Національний університет харчових технологій

У статті на підставі аналізу теорій мотивацій, а саме: теорій потреб, очікування та справедливості, визначені концептуальні засади формування системи стимулювання: транспарентність, відсутність волюнтаризму та протекціонізму; застосування прямих і непрямих матеріальних стимулів та соціальних стимулів комфорту і творчості. При реалізації цих групових мотивацій для наближення до визначення особистого внеску кожного працівника рекомендовано застосовувати такий інструментарій, як комплексні індикативні показники та коефіцієнти градуювання. В умовах формування інформаційного суспільства групові методи мотивацій і стимулювання поступово замінюють індивідуальною системою стимулювання. У зв'язку з цим нами розглянута модель когнітивного стимулювання Майєрс-Бріггс, яка поки що широко не використовується в практиці роботи вітчизняних підприємств і навіть у системі освіти.

Ключові слова: мотивація, стимулювання, людський капітал, когнітивні якості, креативний менеджмент, індивідуальне стимулювання.

Постановка проблеми. Apple, Google, Microsoft, Amazon, Facebook — компанії-гіганти з найбільшим рівнем доходів у світі за результатами 2016 р., додана вартість яких створена креативними властивостями людини. Саме ці компанії змінили практику мотивації праці, пов'язану з переосмисленням ролі людини в суспільному виробництві та впровадженням сучасної «ідеології» менеджменту. Модель «виробничого» менеджменту, за якою передбачалось, що наймані працівники мусять працювати більше, а коштувати роботодавцю менше в умовах інтелектуальної творчої праці, не спрацьовує. Основою роботи з людським капіталом у постіндустріальному суспільстві має бути не просто стимулювання до високопродуктивної праці, а активізація когнітивних можливостей робітників. Тому визначення сучасної концепції системи стимулювання та прикладних інструментаріїв її реалізації постало як нагальна потреба креативного менеджменту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стимул (лат. stimulus) — палка з гострим кінцем, якою поганяли тварин. Таким чином, стимулювати означає надавати зовнішній поштовх, що спонукає до дії.

Слово «мотивація» французького походження і означає спонукальну причину, імпульс до вчинку або дії. Нерідко цей термін використовують як поняття стимулювання. Але на відміну від стимулу мотив виступає у вигляді внутрішньої спонукальної сили, а мотивація, відповідно, — комплексом внутрішніх рушійних сил, які спонукають людину до діяльності [2; 3].

Розуміння необхідності базувати систему стимулювання на системі мотивації виникла тільки на початку ХХ ст. у працях американського соціолога Е. Мейо з доктриною «людських відносин», але реальний розвиток теорія мотивації набула у 60—70-х роках у працях А. Маслоу, Ф. Герцберга, В. Врума, Л. Портера, Д. МакКлеланда, Д. МакГрегора та ін. [1—5].

Кожна з теорій мотивації має раціональні ідеї, але найбільшого визнання набули теорії потреб (А. Маслоу та Ф. Герцберга); теорія очікування (В. Врума) й теорія справедливості. Саме використання елементів всіх цих трьох теорій дає можливість побудувати комплексну модель мотивації підприємства, а на її базі — і систему стимулювання.

Метою статті є визначення концепцій системи стимулювання в сучасних умовах та ознайомлення з інструментарієм її реалізації.

Викладення основних результатів дослідження. Модель мотивації на рівні підприємства ґрунтується на вимогах, які обумовлюються теоріями потреб, очікування та справедливості. Теорія потреб А. Маслоу передбачає наявність ієрархії в потребах людини, а саме: послідовний перехід від задоволення фізіологічних потреб, потреб безпеки, потреб формування соціальних зв'язків, визнання та поваги і, нарешті, потреби самовираження. Відштовхуючись від цієї теорії, система стимулювання підприємства має базуватися на таких вимогах:

- диференціації пакетів стимулювання залежно від ієрархії посади працівника;
- пропонування для працівників з мінімальним і середнім рівнем заробітної плати виключно матеріальних стимулів;
- використанні для працівників вищих посадових ланок соціальних пакетів стимулювання (участь в управлінні підприємством, умови просування по

службових сходинах, можливість стажування в провідних фірмах або за кордоном).

На відміну від А. Маслоу, Ф. Герцберг у своїй теорії не розглядав наявність ієрархії в потребах людини, а вважав, що орієнтація на потреби комфорту (умови праці, заробіток, міжособові відносини) або творчості (можливість творчого і ділового зростання, просування по службі, визнання та схвалення результату) є іманентною якістю особистості. Якщо менеджмент підприємства схиляється до цієї думки, то стимулюючі пакети повинні бути універсальними і включати як матеріальні, так і соціальні стимули незалежно від посади працівника. Але мабуть найбільш доцільним слід вважати наявність можливості вибору самим працівником певних стимулюючих пакетів.

Виходячи з теорій потреб А. Маслоу та Ф. Герцберга, методи стимулювання можна класифікувати таким чином(табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація методів стимулювання

Матеріальні		Соціальні	
Прямі	Непрямі	Комфорта	Творчості
- системи і форми оплати праці; - участь в аукціонерному капіталі; - участь у прибутках.	- оплата житла, харчування, транспорту, зв'язку, лікування; - ощадні фонди; - програми житлового будівництва; - стипендіальні програми.	- гнучкі робочі графіки; - організація робочого місця.	- умови просування по службі; - стажування та підвищення кваліфікації; - форми виразу суспільного визнання.

За теорією очікування В. Врума, мотивація людини складається від очікування щодо співвідношення витрат праці та результатів, співвідношення результатів та винагороди і передбачуваним ступенем цінності отриманої винагороди. Це передбачає, що система стимулювання повинна базуватися на заздалегідь узгодженому співвідношенні рівня стимулювання в оплаті праці з її результатами та визнанні особистого внеску в загальний успіх кожного працюючого.

Виконання цього принципу потребує розробки чіткої системи показників та правил і несхитного виконання цих правил, бо будь-який волонтаризм чи протекціонізм різко знижує стимулюючий ефект системи.

Теорія справедливості передбачає можливість порівняння особистої винагороди із заохоченням інших людей, що виконують аналогічну роботу, та зняття соціального напруження через дотримання принципу справедливості. Основною умовою забезпечення цього принципу є транспарентність системи стимулювання на підприємстві. Непрозорість систем стимулювання нівелює її ефективність і створює явний чи уявний дисбаланс інтересів.

Зазначені нами принципи формування системи стимулювання потребують певного інструментарію їх реалізації. Найбільш вагомим і складним елементом системи стимулювання є розробка показників стимулювання. Протягом тривалого часу на підприємствах харчової промисловості для цієї мети використовували традиційні показники ефективності виробництва. При

цьому критеріями визначались ефективність використання ресурсів (основного, оборотного і людського капіталу) та фінансових результатів. Показники ефективності розраховувались формульно за принципом співвідношення витрат до результатів чи, навпаки, результатів до витрат: продуктивність праці, фондівіддача, оборотність оборотних коштів, рентабельність тощо. Ці показники фактично не давали можливості чітко врахувати особистий внесок великої кількості працюючих зайнятих не у виробничій, а в інших функціональних системах підприємства (маркетингу, логістики, безпеки, менеджменту). Тому в сучасних умовах пропонується використовувати не тільки традиційні формульні показники ефективності там де це можливо, а й комплексні індивідуальні індикативні показники.

Принципи розробки цих показників:

- визначається мета діяльності підприємства на середньостроковий період (наприклад, збільшити частку присутності підприємства на ринку або зменшити витрати, або відновити платоспроможність підприємства тощо);

- будеться «дерево цілей» для кожної функціональної системи та окремих відділів відповідно до зазначеної мети;

- визначаються необхідні зусилля з боку окремих функціональних груп для досягнення локальних цілей відділу;

- розробляються показники формульні/неформульні і нормативні, які відповідають функціональним обов'язкам працівника. Наприклад, для відділу продажу можуть бути встановлені такі показники: кількість зв'язків з потенціальним клієнтом через соціальні й телефонні мережі, кількість проведених переговорів і підготовка макетів договорів. При цьому важливо, щоб ці показники враховували не тільки кінцевий результат (кількість укладених договорів), а й проміжні зусилля працівника (кількість телефонних зв'язків);

- залежно від значущості цих показників за них встановлюється певна кількість балів, відповідно до якої нараховується змінна частка заробітної плати;

- важливо, щоб та частина заробітної плати, яка нараховується за кількістю балів, давала можливість підвищити заробіток не менше ніж на 50%. Найбільший ефект досягається за умови збільшення заробітку вдвічі стосовно фіксованої (обов'язкової) частини заробітної плати;

- кількість показників, за якими відбувається стимулювання, не повинно перевищувати трьох;

- показники стимулювання не повинні змінюватися протягом року, а краще двох-трьох років.

Ще одним сучасним інструментом стимулювання, який майже не використовується в практиці роботи вітчизняних підприємств, є градування. Цей метод передбачає створення матриці коефіцієнтів впливу для всіх працівників згідно зі штатним розкладом. Ці коефіцієнти відображають значення функціональних служб та окремих виконавців для досягнення встановленої на даний період мети діяльності підприємства. Наприклад, якщо необхідно підвищити частку продажу, то значення відділу маркетингу для досягнення цієї мети буде більш вагомим і коефіцієнти нарахування стимулюючої частки заробітної плати для працівника цієї служби, відповідно, будуть вищими порівняно з іншими службами.

Розглянуті вище методи стимулювання мають індивідуальний характер, але базуються на групових засадах мотивацій. Останні розробки вчених дають змогу перейти від керівництва виробничими операціями до керування когнітивними процесами людини, тобто її особливостями сприйняття, обробки, передачі інформації та прийняття рішень. На цьому терені найбільш цікавою, з прикладної точки зору, є теорія І. Майєрс-Бріггс, згідно з якою пропонується первісно забезпечити такі умови й напрямки діяльності працівника, які найбільш відповідають його ментальним і когнітивним якостям. Відповідно до особливостей прийняття рішень розрізняють:

S (sensitive) — раціональних осіб, які приймають рішення на підставі інформації, реально отриманої від органів чуття (слуху, зору тощо) і не дуже вірять в наявність «шостого чуття»;

N (intuitive) — інтуїтивних, які можуть користуватися підсвідомістю;

P (perceptive) — ситуативні, які приймають рішення залежно від обставин «тут і зараз»;

J (judging) — особи, які намагаються структурувати свої судження, перевести їх у системи, плани, регламенти.

Інтуїтивні особи поділяються на:

F (feeling) — емоційні, що діють за принципом «хочу–не хочу», або «подобається–не подобається»;

T (thinking) — логічні, які встановлюють причинно-наслідкові зв'язки.

Особливості використання різних типів особистостей залежить від їх когнітивних особливостей (табл. 2).

Таблиця 2. Напрями діяльності працівників залежно від їх когнітивних особливостей

Типи особливостей	Характерні риси	Напрями працевлаштування
1	2	3
<i>SP</i>	Ситуативно-раціональні мають швидку реакцію, здатність до дії. Погано почуваються в умовах рутинної праці, їм краще зробити, ніж прописувати план дій. Стимулом для них є можливість діяти. Лояльно-індиферентні.	Напрями, де часто змінюються обставини: робота з клієнтами; дистриб'ютори; робітники служби безпеки та реагування; ритейлери; ріелтори.
<i>SJ</i>	Раціонально-структуровані намагаються регламентувати та систематизувати інформацію, виробити алгоритм дій, стабілізувати процеси. Стимулом є можливість тримати ситуацію під контролем і відчуття відповідальності й власної значущості. Лояльні до фірми.	Регулярний менеджмент: розробка стратегій, планування діяльності, встановлення правил і підтримка процедур.
<i>NF</i>	Інтуїтивно-емоційні мають високий рівень емпатії, здатні на нетрадиційні рішення, часто вдаються до маніпуляційних дій, сприймають фірму як сім'ю. Стимулом є формування комфортних міжособистісних відносин. Вони лояльні до себе, а не до фірми.	Маркетинг, дизайн, особисті контакти, творчість на терені емоційного сприйняття світу.
<i>NT</i>	Інтуїтивно-логічні — стратеги, які чітко встановлюють причинно-наслідкові зв'язки (схематехніки). Мотивуються інтересом до справи, демонструються некомпетентністю. Лояльні до справи, яка їх цікавить, а не до фірми.	Наукова робота, конструкторські бюро, керівники інноваційних компаній та їх відділів.

Окрім цього, при організації робочого місця та встановлення режиму роботи слід враховувати екстравертність та інтровертність особи. Якщо екстраверти при обробці інформації та прийнятті рішення обговорюють інформацію з іншими співробітниками, то інтроверти, навпаки, мають усамотнитися, щоб їм ніхто не заважав. Формування умов ефективного використання саме людського ресурсу є рушійною силою сучасного економічного розвитку.

Висновки

На підставі аналізу теорій мотивацій, а саме: теорій потреб, очікування та справедливості, визначені концептуальні засади формування системи стимулювання: транспарентність, відсутність волюнтаризму та протекціонізму; застосування прямих і непрямих матеріальних стимулів та соціальних стимулів комфорту й творчості. При реалізації цих групових мотивацій для наближення до визначення особистого внеску кожного працівника рекомендовано застосовувати такий інструментарій, як комплексні індикативні показники та коефіцієнти градирування. В умовах формування інформаційного суспільства групові методи мотивацій і стимулювання поступово замінюють індивідуальною системою стимулювання. У зв'язку з цим нами розглянута модель когнітивного стимулювання Майєрс-Бріггс, яка поки що широко не використовується в практиці роботи вітчизняних підприємств та навіть у системі освіти.

Література

1. Рекомендація щодо визначення заробітної плати працюючих в залежності від особистого внеску працівника в кінцеві результати роботи підприємства, затверджено наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 31 березня 1999 року № 44 зі змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon.ped-rada.com.ua/regulations/1521/8453/8454/468237/>
2. Акулов М.Г. Економіка праці і соціально-трудові відносини: навч. посіб. / М.Г. Акулов. — Київ : Центр учбової літератури, 2014. — 328 с.
3. Іляш О.І. Економіка праці та соціально-трудові відносини: навчальний посібник / О.І. Іляш, С.С. Гринкевич. — Київ : «Ліра-К». 2012. — 476 с.
4. Новікова М.М. Системне управління трудовим потенціалом підприємства : монографія / М.М. Новікова. — Харків : Вид-во Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, 2014.
5. Трудовий потенціал України: оцінка стану, ефективність використання, стратегічні напрями розвитку : монографія / О.А. Грішнова, С.Р. Пасека, А.С. Пасека; за наук. ред. д-ра екон. наук, проф. О.А. Грішнкової. — Черкаси : Вид-во ТОВ «Маклаут», 2013. — 360 с.

CRISIS MANAGEMENT OPTIMIZATION OF THE INSURANCE COMPANIES AS A TOOL FOR INCREASING THEIR COMPETITIVENESS

M. Arych

National University of Food Technologies

Key words:

*Crisis management
Benchmarking
Game theory
Lean production model*

Article history:

Received 03.05.2017
Received in revised form
15.06.2017
Accepted 28.06.2017

Corresponding author:

M. Arych
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The paper analyzes the advanced foreign and domestic experience of crisis management of the insurance companies. It has been established that the following systems and concepts are perspective and highly effective for improving the performance of the insurance companies: Bellman's Principle of Optimality, Ishikawa diagram, Total Quality Management (TQM), customer base optimization, game theory, RACI system of liability management, benchmarking, lean production model and Kaizen continuous improvement process. The use of these tools will lead to tangible results and will lift the insurance companies out of crisis.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-11

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИМІЗАЦІЇ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ СТРАХОВИМИ КОМПАНІЯМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

М.І. Арич

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано передовий зарубіжний і вітчизняний досвід антикризового управління страховими компаніями. Встановлено, що перспективними та високоефективними для покращення результатів діяльності страхових компаній є такі системи та концепції, як принципи оптимальності Беллмана, діаграма Ісікави, система управління якістю — Total Quality Management (TQM), оптимізація клієнтської бази, теорія ігор, система управління відповідальністю RACI, бенчмаркінг, модель ощадливого виробництва Lean production і система безперервного вдосконалення процесів Kaizen. Використання даних інструментів сприятиме виведенню страхових компаній з кризового становища.

Ключові слова: антикризове управління, бенчмаркінг, теорія ігор, модель ощадливого виробництва.

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку соціально-економічної та політичної сфер країни перебуває під впливом нестійкої стабільності внутрішніх і зовнішніх факторів, що визначають характер та динаміку функціонування страхових компаній. Особливо актуальним у вищевказаних умовах є питання пошуку альтернативних та оптимізаційних напрямів діяльності страховиків, оскільки існує велика ймовірність виникнення кризових явищ у будь-якій сфері чи частині суб'єкта фінансового ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує широту вивчення антикризового управління вітчизняними та зарубіжними науковцями, більшість з яких підходять до даного питання концептуально та комплексно, однак все ще існує ряд питань, які потребують більш детального вивчення. Так, С.Л. Поляков [6] досліджує підвищення якості та конкурентоспроможності за допомогою використання принципів оптимальності Беллмана. Основні положення теорії ігор та її застосування в економіці вивчає О. Шиманська [9], Р.В. Фещур, Н.Р. Яворська, Т.В. Меренюк [8] аналізують бенчмаркінг.

Метою дослідження напрямів вдосконалення системи антикризового управління страховими компаніями є виявлення основних, сучасних і новітніх методів, принципів, інструментів, а також концепцій та систем, що можуть бути використані чи вже проваджені страховими компаніями, що надають послуги ризикового страхування й страхування життя.

Матеріали і методи дослідження. Виконане наукове дослідження базувалось на застосуванні таких методів: абстрактно-логічного і системного аналізу, дескриптивного аналізу, групуванні, методів аналогії, порівнянні та інтегруванні.

Викладення основних результатів дослідження. Розвиваючи та удосконалюючи теорію і практику антикризового управління страховою компанією пропонуємо перш за все виокремити основні вимоги до напрямів оптимізації даного процесу:

- комплексність і системність: удосконалюючи будь-який процес потрібно враховувати, що діяльність страхової компанії чи процесу проходить під впливом багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників, а тому необхідно брати до уваги як ступінь та характер впливу кожного з них, так і вказувати на основні методи корегування даних факторів;

- превентивність заходів оптимізаційного антикризового управління: будь-які дії організаційно-управлінського характеру топ-менеджменту отримують найвищу оцінку тільки за умови недопущення кризових явищ, тобто важливо запобігти кризі вже тоді, коли ймовірність виникнення мінімальна;

- оцінка антикризового управління: на всіх стадіях і в кожній сфері управління страховою компанією необхідно проводити кількісну та якісну оцінки дій менеджерів з метою порівняння ефективності роботи управлінського персоналу протягом певного періоду, а також передбачаючи мету зменшення суб'єктивності оцінки управлінських дій;

- виявлення та врахування недоліків: за результатами роботи обов'язково необхідно виявляти недоліки системи антикризового управління, визначити основні причини їх появи з метою недопущення їх в майбутньому.

Формування якісно нової системи антикризового управління страховою компанією повинна обов'язково передбачати високоефективний оптимізаційний вплив на всі складові елементи антикризового менеджменту. Загалом оптимізація — це процес знаходження найкращого чи оптимального вирішення будь-якого завдання [2].

Основні елементи будь-якого процесу оптимізації, які важливі в контексті вдосконалення системи антикризового управління [1]: критерії (вимоги, умови); параметри (елементи, які дають змогу впливати на загальний ефект); математична модель (схема реалізації), а також обмеження.

Вдосконалення системи антикризового управління страховою компанією повинне передбачати побудову оптимізаційного механізму вирішення поставленого завдання, що складається з таких етапів [5]:

- 1) аналіз ситуації та постановка завдання;
- 2) визначення параметрів, що підлягають оптимізації, тобто тих, що можуть бути змінені в ході вирішення завдання;
- 3) встановлення допустимих значень існуючих параметрів, тобто обмежень параметрів та їх комбінацій;
- 4) вибір та оцінка впливу зовнішніх факторів, що впливають на процес оптимізації й вирішення поставлених завдань;
- 5) вибір критеріїв оптимальності;
- 6) побудова цільової функції (математичної моделі), яка вказувала б на показники, що відповідають вибраним критеріям;
- 7) вибір математичного методу оптимізаційних розрахунків;
- 8) розрахунки та оцінка отриманих результатів за вибраними критеріями;
- 9) кінцеве прийняття управлінський рішень з урахуванням невизначеності та ризику [5].

Таким чином, пропонуємо як інструменти антикризового управління страховою компанією використовувати такі системи та моделі:

- принципи оптимальності Беллмана;
- діаграма Ісікави;
- система управління якістю — Total Quality Management (TQM);
- оптимізація клієнтської бази;
- теорія ігор;
- система управління відповідальністю RACI;
- бенчмаркінг;
- модель ощадливого виробництва Lean production;
- система безперервного вдосконалення процесів Kaizen.

Вагомий вплив на процес удосконалення системи антикризового управління страховою компанією, як ми вважаємо, має модель Річарда Ернста Белмана [6, с. 73—78]. У контексті вирішення вищевказаного питання вчений запропонував ідею, відповідно до якої на кожному кроці управлінський вплив визначається з урахуванням його впливу на кінцевий результат у цілому, тому що управлінський вплив, оптимізуючи цільову функцію на даному кроці, ще не гарантує оптимального рішення для всього процесу [6, с. 73]. Завдання пошуку напрямів оптимізації системи антикризового управління на

підприємстві повинне враховувати вказану особливість, що є умовою побудови принципового нового методу вирішення вищевказаних завдань.

Система Річарда Ернста Белмана таким чином передбачає, що кожен крок вирішення поставленого завдання взаємозаний не тільки з кінцевим результатом, але й із значеннями показників чи процесів, що відбувалися на попередніх і будуть відбуватися на наступних етапах системи оптимізуючого управління. Тобто під час вибору управлінського впливу щодо страховика необхідно враховувати [6, с. 74]:

- варіанти стану системи на попередньому кроці;
- можливості управлінського впливу на наступних етапах (кроках).

Варто підкреслити, що на кожному етапі управлінської діяльності потрібно прагнути не до ізольованої оптимізації, а здійснювати управлінські дії, передбачаючи та забезпечуючи оптимальність всіх наступних етапів, в тому числі, що найважливіше, оптимальність кінцевого результату, що стоїть перед менеджерами страхової компанії.

Одним із передових методів виявлення причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними об'єктами є діаграма Ісікави, застосування якої, на нашу думку, є потужним і новітнім інструментом для аналізу основних факторів впливу на кінцевий показник якості антикризового менеджменту страховика. Отже, визначивши основні чинники впливу та кінцевий результат, можна збудувати відповідну діаграму Ісікави щодо антикризового управління.

Необхідною умовою забезпечення стабільного та прогресивного розвитку страхової компанії, яка впливає як зовнішні, але все-таки більшою мірою на внутрішні чинники, є дотримання принципу якості у всіх сферах діяльності страхової компанії. Найкраще з цим завданням справляється система управління якістю TQM [4], яка для вдосконалення процесу антикризового управління може розглядатися з таких позицій [4]: по-перше, якість визначається, виходячи з вимог та очікувань споживачів; по-друге, якість багатовимірна; по-третє, якість комплексна; по-четверте, якість динамічна; по-п'яте, якість індивідуальна.

Основною запорукою отримання успішних результатів антикризового управління, на нашу думку, є саме всеосяжність і всеохопленість контролю та підвищення якості всіх сфер та об'єктів страхової компанії. При цьому це повинно відбуватись на стадії до виявлення кризи, під час її ліквідації, а також в посткризовий період діяльності страхової компанії.

Високоєфективне формування клієнтської бази страхової компанії є одним з основних елементів, що забезпечують, як ми вважаємо, вдосконалення системи антикризового управління страхової компанії. Моделі оптимізації клієнтської бази дають можливість прогнозувати різні варіанти відносин з клієнтами, крім цього, вказані моделі дають змогу сегментувати клієнтів, візуалізувати цілі взаємодії та потреби клієнтів, оцінити їх лояльність, а також сформулювати концепцію діяльності страхової компанії у сфері спілкування з споживачами чи клієнтами. На думку А.В. Петровської [5], клієнтська база повинна бути повноцінним учасником он-лайнного, телефонного та оф-лайнного спілкування з клієнтами, кінцева мета якого — збільшення обсягу реалізації послуг страхової компанії. Передбачаючи мету оптимізації клієнт-

ської бази, автор пропонує реалізовувати інформаційні моделі автоматизації оперативної діяльності страхової компанії за допомогою таких методів [5]:

- побудова стратегічних карт розвитку — додаток Mindmap; додаток Google;
- управління замовленнями методом управління проектами — додаток Hear Nute;
- табличний процесор — для роботи з базою даних клієнтів, що була створена в Microsoft Office Excel;
- симулятор бізнес-процесів — для оптимізації управлінських процесів;
- інструменти Google для електронної комерції.

Крім цього, також передбачено (як елемент оптимізації клієнтської бази страхової компанії) використання інформаційних моделей «Як є», «Як має бути» та «Як може бути» [5].

Ефективне вдосконалення системи антикризового управління в сучасних умовах вимагає від науковців використання новітніх методів та інструментів, одним з яких, як ми вважаємо, є теорія ігор, основні дослідження якої представлені в працях Джона фон Неймана, Оскара Моргенштерна та Джона Форбса Неша [9]. Дана модель пропонує менеджменту страхової компанії математичний апарат чи моделі щодо вибору стратегії діяльності в конфліктних ситуаціях господарювання, який дає змогу краще зрозуміти конкурентну обстановку і звести до мінімуму ступінь ризику. Аналіз ризикової ситуації за допомогою прийомів теорії ігор спонукає менеджера розглядати всі можливі альтернативи як своїх дій, так і стратегії партнерів і конкурентів [7]. Теорія ігор, що є особливо актуальним та необхідним в руслі оптимізації системи антикризового управління, розглядається у двох аспектах:

1) як теорія математичних моделей прийняття оптимальних рішень у конфліктних ситуаціях;

2) як теорія математичних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності. При цьому будь-яку невизначеність можна розчленувати на відому і невідому частини, побудувати теоретико-ігрову модель, за якою визначається оптимальне рішення [7; 9].

Наступним напрямом оптимізації системи антикризового управління, як ми вважаємо, є вдосконалення управління відповідальністю, що найбільш ефективно можна реалізувати за допомогою матриці RACI (R — Responsible (виконує); A — Accountable (несе відповідальність); C — Consult before doing (консультує до виконання); I — Inform after doing (повідомляє після виконання)).

Методика RACI є ефективним, зручним і наочним засобом планування відповідальності менеджерів та персоналу суб'єкта господарювання під час виконання поставлених перед ними завдань [1].

У сучасних умовах господарювання, маючи на меті вдосконалення системи антикризового управління, не можна оминати концепцію бенчмаркінгу, що в цілому розглядається як процес виявлення стандартного (еталонного) економічно ефективнішого підприємства-конкурента з метою порівняння з власним і переймання його найкращих методів роботи [8].

У системі ж антикризового управління, як вважає О.В. Коваленко, використання бенчмаркінгу дає змогу визначити такі його переваги [2]:

- формування конкурентної переваги за рахунок використання принципу «не копіюйте, а створюйте». Страховій компанії не слід копіювати підходи, прийняті іншими страховиками, тому що вони можуть не відповідати його послугам чи іншим особливостям;

- рішення і підходи мають бути направлені у майбутнє;
- об'єктом для еталонного порівняння повинні бути показники, що корелюють з основними факторами успіху в конкурентній боротьбі;
- бенчмаркінг — це процес, що приносить користь, але він вимагає об'єктивного та раціонального використання [2].

З метою успішної реалізації оптимізації бізнесу в цілому, а також системи антикризового управління зокрема пропонуємо додатково використовувати систему *Lean production* (ощадливе виробництво), що дає змогу залучати в процес оптимізації кожного співробітника і забезпечує максимальну орієнтацію на споживача та дотримання принципу усунення всіх видів втрат; *Lean production* — це підхід до менеджменту й управління якістю, що забезпечує довгострокову конкурентоспроможність без істотних капіталовкладень [9].

Основні принципи даної системи:

1. Визначити цінність конкретної послуги.
2. Визначити потік створення цінності для цієї послуги.
3. Забезпечити безперервне (протягом всього потоку) створення цінності фінансової послуги.
4. Дозволити споживачеві витягати (формувати) послугу.
5. Прагнути досконалості [5].

У межах системи ощадливого виробництва (*Lean production*) досить ефективною та поширеною, особливо в контексті вдосконалення системи антикризового управління, є японська філософія та практика *Kaizen* (кайдзен), що передбачає дотримання принципу безперервного вдосконалення процесів виробництва, розробки, допоміжних бізнес-процесів і управління, де задіяні всі працівники підприємства; покращуючи стандартизовані дії та процеси, має на меті усунути всі втрати [3].

Більшість науковців і менеджерів виділяють такі основні принципи концепції Кайдзен: фокус на клієнтах; безперервні зміни; публічне визнання проблем; пропаганда публічності; створення робочих груп (команд); управління проектами за допомогою міжфункціональних груп; формування «підтримуючих взаємовідносин»; розвиток по горизонталі; розвиток самодисципліни; самовдосконалення; інформування кожного співробітника; делегування повноважень кожному співробітнику; управління; аналіз тощо, що відбувається на підприємстві та діяльність на основі фактів; усунення основних причин і недопущення повторень; включення якості в процес якомога раніше; стандартизація [7].

Висновки

У сучасних умовах нестабільного соціально-економічного та політичного становища в Україні антикризове управління страховими компаніями в контексті підвищення їх конкурентоспроможності вимагає від їхніх менеджерів вивчення та впровадження передового світового досвіду щодо підвищення

ефективності діяльності, використовуючи при цьому всі можливі ринкові інструменти. Тому проведення дослідження є особливо актуальним в умовах сьогодення, оскільки дало змогу виявити основні переваги та недоліки аналізованих систем, концепцій, методів та інструментів оптимізації антикризового управління страховими компаніями.

Література

1. *Алексеев А.* Матрица RACI как инструмент управления ответственностью [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://docplayer.ru/33404598-9-matrica-raci-kak-instrument-upravleniya-otvetsvennostyu.html>.
2. *Коваленко О.В.* Сутність та особливості бенчмаркінгу в антикризовому управлінні підприємством [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/9497/1/10.pdf>.
3. *Корзаченко О.В.* Оптимізація бізнес-процесів українських підприємств: проблеми та перспективи [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_03/15.pdf.
4. *Нодельман В.А.* Развитие теории управления комплексным качеством (TQM) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-teorii-upravleniya-kompleksnym-kachestvom-tqm-1>.
5. *Петровська А.В.* Моделі оптимізації клієнтської бази організації [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%282%29_55.
6. *Поляков С.Л.* Методы и средства повышения качества и конкурентоспособности продукции на базе внедрения технологических инноваций: дис. ... кандидата техн. наук : 05.02.23 / Поляков Сергей Леонидович. — Санкт-Петербург, 2014. — 119 с.
7. *Прищепа Д.* Застосування теоретико-ігрового підходу для прийняття рішень в умовах ризику / Д. Прищепа, І. Пойта // Матеріали VI міжвузівської студентської науково-практичної Інтернет-конференції «Актуальні проблеми менеджменту та маркетингу в ХХІ ст.» — С. 110—112.
8. *Фециур Р.В.* Бенчмаркінг як ефективний засіб зниження витрат виробництва / Р.В. Фециур, Н.Р. Яворська, Т.В. Меренюк [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://vlp.com.ua/files/08_31.pdf.
9. *Шиманська О.* Новаторський аналіз рівноваги в теорії ігор та його застосування в економіці / О. Шиманська // Вісник ТНЕУ. — № 2. — 2009. — С. 117—121.

УДК 633.1: 339.13

MARKETING STRATEGY FOR DEVELOPMENT GRAIN COMPLEX AGRICULTURE OF UKRAINE

G. Kundieieva

National University of Food Technologies

O. Kulish

PC "State Food and Grain Corporation of Ukraine"

Key words:

*Marketing strategies
Food sufficiency
Grain complex
Export of flour
GDP of the country*

Article history:

Received 14.05.2017

Received in revised form
29.05.2017

Accepted 16.06.2017

Corresponding author:

G. Kundieieva

E-mail:

npnuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-12

ABSTRACT

The article considers the issues of strategic development of the grain complex of the country's agrarian sector. To ensure the efficiency and competitiveness of economic activity of grain processing enterprises, a marketing strategy for development is proposed, which takes into account the state's food sufficiency. The features that should be taken into account when developing the marketing strategy of agro-industrial enterprises are singled out. It is determined that correctly designed marketing strategy of the enterprises of the grain complex is the fundamental basis of their development and allows the state to increase the export of products with higher added value, which also contributes to the country's GDP growth due to the increase in net exports.

МАРКЕТИНГОВА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ЗЕРНОВОГО КОМПЛЕКСУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Г.О. Кундєєва

Національний університет харчових технологій

О.А. Куліш

ПАТ «Державна продовольчо-зернова корпорація України»

У статті розглянуто питання стратегічного розвитку зернового комплексу аграрного сектору країни. Для забезпечення ефективності і конкурентоспроможності господарської діяльності зернопереробних підприємств запропонована маркетингова стратегія розвитку. Виокремлено особливості, які необхідно враховувати при розробці маркетингової стратегії агропромислових підприємств. Визначено, що правильно розроблена маркетингова стратегія підприємств зернового комплексу є фундаментальною основою їх розвитку та дає змогу державі збільшити експорт продукції з більшою доданою вартістю, що також сприяє зростанню ВВП країни за рахунок збільшення чистого експорту.

Ключові слова: маркетингові стратегії, продовольча достатність, зерновий комплекс, експорт борошна, ВВП країни.

Постановка проблеми. Аграрний сектор України є важливою складовою національної економіки, це один із провідних важелів сталого економічного розвитку країни, роль якого особливо посилилася на етапі входження нашої країни у світовий економічний простір. Зернове виробництво належить до стратегічних галузей будь-якої країни і слід зазначити, що протягом тривалого періоду Україна за показником виробництва зернових на душу населення належала до першої десятки країн світу.

На сучасному етапі розвитку зернового ринку країни спостерігаються тенденції випередження темпів виробництва зерна над темпами розвитку внутрішнього ринку. Крім того, останнім часом набуває все більшої актуальності виробництво достатньої кількості зерна не лише для забезпечення внутрішніх потреб держави, а також для зміцнення позицій України на світовому ринку. Політичні та економічні зміни, що відбуваються в нашій країні, примушують продовжувати пошук перспективних напрямів розвитку зернопродуктового ринку.

У підвищенні ефективності зернового комплексу аграрного сектору країни як цілісної багатofункціональної системи найбільш перспективним напрямом є концепція маркетингу, що дає змогу вирішити цілий ряд актуальних проблем. Маркетинг необхідно розглядати як цілісну концепцію управління, орієнтовану на досягнення власних цілей через задоволення попиту споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам маркетингу, насамперед питанням формування та вибору адекватної маркетингової стратегії, присвячено праці багатьох вітчизняних та зарубіжних учених, серед яких слід виділити І. Ансоффа, Г.Л. Азоева, Г.Л. Багієва, Ч. Барнарда, М. Вебера, В.Г. Герасимчука, Є.П. Голубкова, І.М. Герчикову, В.М. Гриньову, Ю.Б. Іванова, Ж. Ламбена, Ф. Котлера, В.С. Пономаренка, М. Портера, О.І. Пушкаря, Р.А. Фатхутдінова, Г. Черчілля. Актуальним питанням розвитку ринку зерна та зернопродуктів присвятили свої дослідження такі вітчизняні науковці: В.І. Бойко, С.В. Кваша, Ю.Я. Лузан, С.В. Майстро, П.М. Макаренко, Л.В. Молдаван, Б.Й. Пасхавер, П.Т. Саблук, О.Г. Шпикуляк та ін. Напрацювання цих вчених дало змогу сформулювати теоретичні та практичні рекомендації щодо удосконалення функціонування зерновиробництва в країні. Разом з тим ряд питань визначення вибору ефективних форм і напрямів формування маркетингових стратегій підприємств в умовах реформування економіки залишаються недостатньо вивченими.

Метою статті є обґрунтування необхідності розробки та застосування маркетингових стратегій розвитку зернового комплексу аграрного сектору України в умовах посилення глобальної конкуренції.

Викладення основних результатів дослідження. Сучасні умови господарювання вимагають від вітчизняних агропідприємств швидкого реагування на зміну ринкової ситуації, підпорядкування виробництва потребам ринку. Необхідність реалізації пов'язаних з цим проблем обумовлює розробку маркетингових стратегій, оскільки середовище, в якому працюють нинішні

підприємства, стає все більш нестабільним і невизначеним. Аграрний сектор України за останні десятиліття активно розвиває прогресивні напрямки як у виробничій, так і обслуговуючій його сферах. Так, орієнтація на організаційні структури провідних європейських та американських компаній змушує агропідприємств України працювати в напрямку прорахунку міжнародних показників діяльності, розробки планів, місій і стратегій компанії. Адже вдосконалення стратегії, бізнес-аналітики, поліпшення менеджменту і прогнозування створює шанс на досягнення найвищих показників.

Важливим елементом побудови успішної компанії є розробка маркетингової стратегії як узагальненої моделі довгострокового курсу дій щодо маркетингової діяльності у вигляді системної сукупності визначених перспективних цілей (пріоритетів) і способів (рішень) їх реалізації через використання ресурсів [1]. Активне використання поняття «маркетингова стратегія» сприяє збільшенню доходів вітчизняного агробізнесу, що вказує на доцільність використання цього поняття державою, зокрема Міністерством АП та продовольства України. Сьогодні економічно доцільно розвивати виробництво готового товару і аграрний сектор може забезпечувати експорт не тільки сировини, а й продукції; тому доречно вивчати ринки, потреби, конкурентів, розвивати виробництва продовольчої продукції та будувати маркетингові стратегії, але виходячи із забезпечення продовольчої достатності. Для цього нами запропонований підхід маркетингового позиціонування галузей агросектору за критерієм задоволення фізіологічної норми споживання. Першочергово нами проаналізовано динаміку виробництва певних продуктових груп, що визначають стан продовольчої безпеки країни й для визначення стратегічної позиції кожної з них запропонована модель у вигляді матриці «темپ зростання пропозиції/темپ зростання попиту продовольства» (рис. 1).

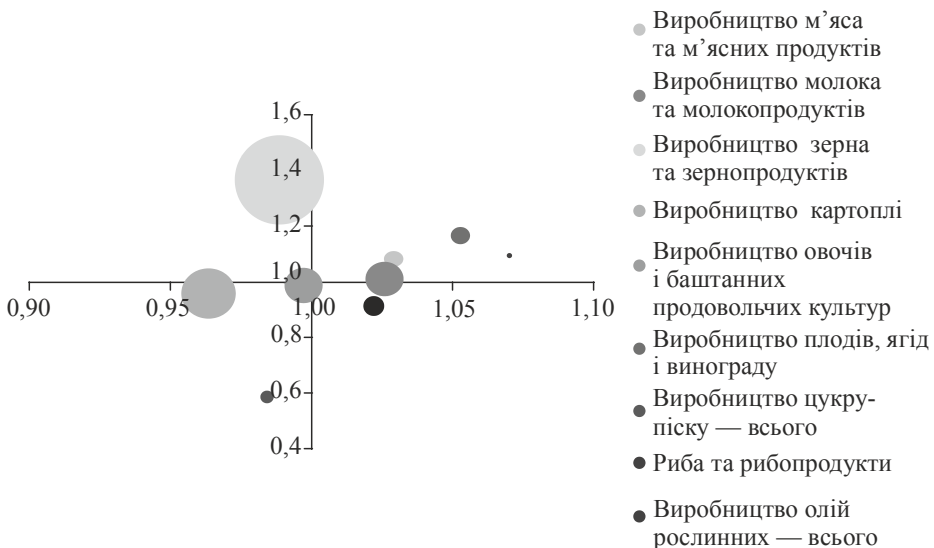


Рис. 1. Матриця визначення стратегічної позиції кожної продуктової групи (агросектор України, розраховано за даними 2015 р.) [2]

У запропонованій матриці використовуються такі показники: темп зміни обсягів виробництва певної продовольчої групи, темп зміни обсягу споживання зазначеної продовольчої групи. Матриця складається з чотирьох квадрантів:

- перший квадрант (одночасно зростає і виробництво і споживання *i*-ї продовольчої групи) — визначення потенційних галузей, орієнтованих на імпортозаміщення;
- другий квадрант (зростає виробництво *i*-ї групи продовольства, а обсяг споживання даної групи знижується) — визначення потенційних експорто-орієнтованих галузей;
- третій квадрант (зменшується обсяг виробництва і обсяг споживання *i*-ї групи продовольства) — зона антикризового державного регулювання;
- четвертий квадрант (зменшується обсяг виробництва, а обсяг споживання *i*-ї групи продовольства зростає) — зона державної підтримки виробників.

Дана модель дає змогу визначитися з напрямками розвитку, враховуючи тенденції попиту і пропозиції. Але, на нашу думку, рекомендації щодо обрання стратегії збільшення або зменшення обсягів виробництва певної групи продовольства повинні бути скореговані на такий індикатор продовольчої безпеки, як достатність споживання окремого продукту. Тобто необхідно визначити три сектори виробництва харчових продуктів за показником задоволення попиту (фізіологічну норму споживання):

- перший – галузі харчової промисловості, ринок яких задовольняє фізіологічну норму споживання по *i*-й продовольчій групі;
- другий – галузі харчової промисловості, ринок яких задовольняє раціональну норму, але менше за фізіологічну норму споживання по *i*-й продовольчій групі;
- третій – галузі харчової промисловості, ринок виробництва не задовольняє раціональну норму споживання по *i*-й продовольчій групі.

Відповідно до запропонованої методики визначення стратегічної галузі інтерпретація результатів аналізу вітчизняного агросектору наведена на рис. 2.

Умова споживання основних продовольчих груп	Перший квадрант	Другий квадрант	Третій квадрант	Четвертий квадрант
Перший сектор задовольняє фізіологічну норму		виробництво зерна (хліб і хлібопродукти)	виробництво олій рослинної, виробництво овочів і баштанних	виробництво картоплі
Другий сектор задовольняє мінімальну норму	виробництво м'яса та м'ясопродуктів, виробництво риби та рибопродуктів			виробництво цукру
Третій сектор не задовольняє мінімальну норму	виробництво молока та молокопродуктів, виробництво плодів, ягід, горіхів і винограду			

Рис. 2. Матриця маркетингового позиціонування галузей агросектору країни за критерієм задоволення фізіологічної норми споживання [2]

Для підприємств, виробництво продукції для яких обмежено існуванням фізіологічних меж споживання, розширення ринків можливе за рахунок експорту, але це пов'язано із вирішенням такого питання продовольчої безпеки, як незалежність.

Здійснений аналіз зовнішньоекономічної діяльності країни вказує на те, що значне місце у вітчизняному товарному експорті займає продукція агропродовольчого комплексу. За останні роки Україна значно збільшила обсяги експорту продукції аграрного сектору: у 2015 р. експорт продукції склав 12% ВВП країни. За даними ФАО, Україна посіла 25 місце в світі за обсягом експорту цієї продукції, але структура експорту вкрай незадовільна через дуже обмежений асортимент (зернові та олійні займають близько 75% експорту) [3]. На агропродовольчу продукцію у 2010—2015 рр. припадало понад 38% товарного експорту України, його частка стрімко зростає, що зумовлює додатне торговельне сальдо країни.

Найбільший обсяг експорту припадає на продукцію рослинного походження (табл.), що у 2012—2015 рр. склав майже половину експорту агропродовольчої продукції. Основна частина продукції, що забезпечує додатне сальдо усієї агропродовольчої продукції у 2015 р., — це продукція рослинного походження, а саме: кукурудза, пшениця, ячмінь, ріпак, соя, соняшник. Це обумовлено тим, що у сфері виробництва зерна Україна має конкурентну перевагу. На думку експертів, вартість виробництва в Україні майже на 50% менша, ніж у європейських виробників [4].

Таблиця. Структура експорту-імпорту продукції АПК України у 2010—2015 рр., складено авторами на основі [5]

Показник	Експорт						Імпорт					
Код і назва товарів	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
I. Живі тварини; продукти тваринного походження	7,76	7,31	5,36	6,36	6,09	5,65	21,55	16,31	22,77	23,14	18,55	15,73
II. Продукти рослинного походження	40,02	43,20	51,51	52,09	52,41	54,74	32,89	28,61	32,35	32,61	33,53	32,89
III. 15 Жири та олії тваринного або рослинного походження	26,34	26,53	23,52	20,58	22,93	22,66	5,23	7,38	5,41	4,93	4,98	5,23
IV. Готові харчові продукти	25,88	22,95	19,61	20,96	18,58	16,95	46,14	47,69	39,47	39,32	42,94	46,14

В одому із секторів аграрного сектору (виробництво та реалізація зернових), дійсно маємо активне зростання в реалізації сировинної бази с/г культур. Проаналізувавши виробництво пшениці в частині внутрішньої потреби, експорту та надлишків в динаміці 2010/2011—2016/2017МР (рис. 3), можна відзначити, що досить сталим є показник внутрішньої потреби протягом зазначеного періоду (10—11 млн тонн), в той час як експорт української пшениці має динамічний показник росту.

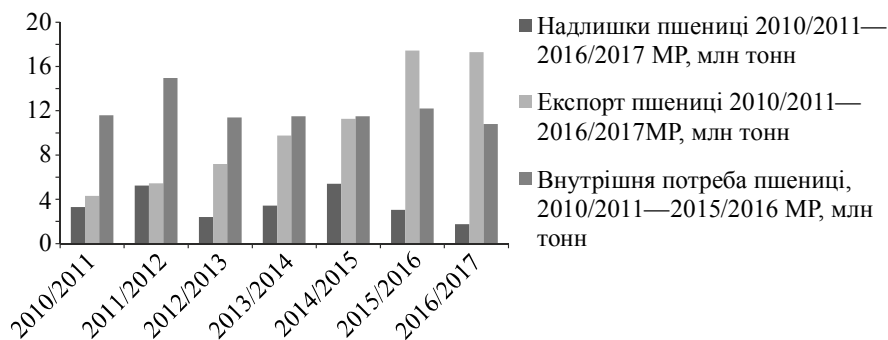


Рис. 3. Динаміка структури реалізації пшениці, складено авторами на основі [6]

Аналіз надходження валютної виручка в розрізі аналітичного періоду свідчить про те, що за даними Держстату в 2010—2017 рр. частка валютної виручки за зернові зростала в динаміці від 10% до 16% до загального обсягу (рис. 4).

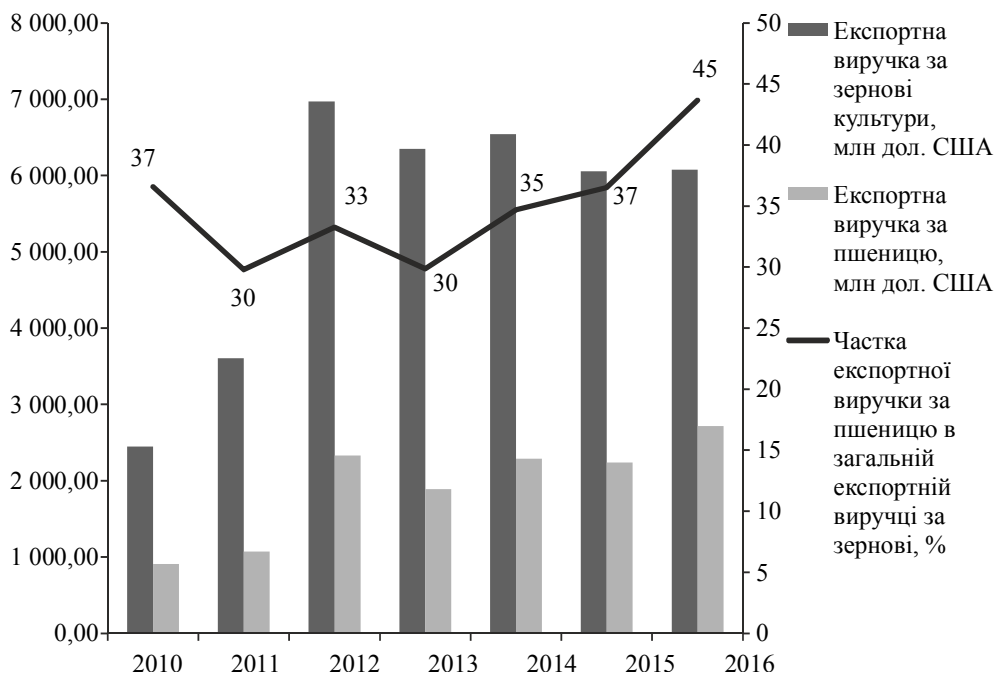


Рис. 4. Частка експортної виручки за пшеницю в загальній експортній виручці за зернові, %, складено авторами на основі [7]

Фактично за цей період активно розвивалася сировинний сегмент експортних можливостей. Проте нині особливого значення для економічного розвитку країни набуває питання збільшення вітчизняного виробництва з високою доданою вартістю. Майбутнє полягає в експорті готової продукції, тому в питанні побудови маркетингової стратегії в агросекторі на фоні росту експорту пшениці доцільно розглянути експортні можливості реалізації борошна.

Нами здійснено аналіз експорту борошна, який свідчить про сталу тенденцію зростання (рис. 5).

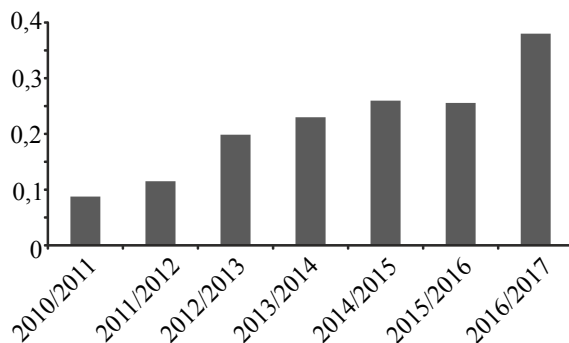


Рис. 5. Динаміка експорту борошна, 2010/2011—2015/2017МГ, млн тонн, складено авторами на основі [8]

Аналітичні розрахунки вказують на те, що фактично кожна реалізована тонна борошна додатково приносить на 100 дол. США більше валютної виручки порівняно з експортом пшениці. Проте виробничі потужності з виробництва борошна зорієнтовані виключно під внутрішню потребу (рис. 6) при реальних виробничих потужностях 8 млн тонн.

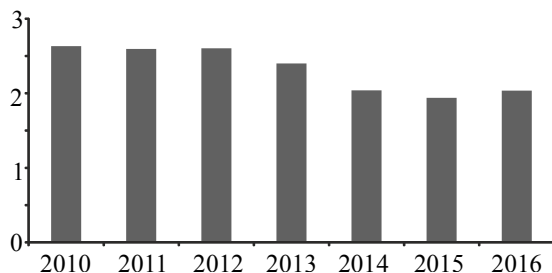


Рис. 6. Динаміка виробництв борошна 2010—2016, млн тонн, складено авторами на основі [8]

Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати про доцільність збільшення експорту борошна. Проте для заміщення об'єму експорту пшениці в близькій перспективі об'ємом експорту борошна необхідно враховувати визначені традиції ринку: обмежений сировинний ринок; забезпечення продовольчої безпеки країни; монополізація світового ринку борошна; цінову політику; зниження якісних показників вітчизняної сировинної бази.

Висновки

Розробка державної Стратегії маркетингового планування надасть можливість спрямувати зерновий комплекс на виробництво та експорт українського борошна. Для формування маркетингової стратегії макроекономічного рівня доцільно стимулювати ринок борошна на рівні держави, насамперед чіткими законодавчими нормативами (для збереження продовольчої безпеки), інвестиційними проектами, квотами на експорт (виключно експорт борошна). Не

зменшуючи можливості експорту пшениці, варто задіяти для розвитку експорту борошна саме надлишки виробленої пшениці за умови, що тільки 5% від надлишків пшениці є придатними для виробництва борошна, Україна недоотримала за 2015/2016 рік 20 млн дол. США валютної виручки. Додаткова валютна виручка, сталий розвиток виробництв, відсутність клейма «сировинна» держава стануть запорукою росту ВВП.

Література

1. *Бондаренко Л.М.* Маркетингова стратегія розвитку молочного підкомплексу регіонального АПК / Л.М. Бондаренко // Збірник наукових праць ЧДТУ. — Серія : Економічні науки. — Вип. 40. — Ч. 1. — 2015. — С. 98—105.
2. *Кундєєва Г.О.* Продовольча безпека країни: харчова промисловість / Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». — 2015. — № 12 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5011>.
3. *Нелеп В.М.* Пріоритети при формуванні продуктово-ринкової стратегії агропродовольчого комплексу України / В.М. Нелеп, О.М. Висоцька [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://ir.kneu.edu.ua:8080/bitstream/2010/7140/1/Prod_res_2014_3_13-19.pdf.
4. Політика щодо інвестування у сільське господарство: Україна [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.oecd.org/globalrelations/Agricultural_Investment_Policies_Ukraine_UKR.pdf Competitiveness and Private Sector Development: Ukraine Sector Competitiveness Strategy, OECD Publishing.
5. Официальный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Официальный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.grains-usda.agrochart.com/ru/?report=58&commodity=1®ion=&country=213&attribute=23>.
7. Официальный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1|804|||1001||4|1|1|2|2|1|2|2|1.
8. *Сакиркин С.В.* Доклад II Международной конференции «Форум зернопереработчиков: рынок и технологии — 2016» [Електронний ресурс]. — Режим доступа : <http://www.apk-inform.com/ru/conferences/forumgrainprocessors/about>.

УДК 663.1, 663.5

ENERGY AND MATERIAL TRANSFORMATIONS IN FERMENTATION TECHNOLOGY

O. Shevchenko, A. Sokolenko, K. Vasilkovsky, S. But

National University of Food Technologies

Key words:

*Fermentation medium of
Mass and energy transfer
Bacteria
Process
Transformation
Anaerobic technology
Entropy
Thermodynamics*

Article history:

Received 12.05.2017

Received in revised form
05.06.2017

Accepted 21.06.2017

Corresponding author:

O. Shevchenko

E-mail:

npnuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-13

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the peculiarities of fermentation of sugar-containing media of alcohol, brewing and wine industries. It is shown that the limitation of fermentation intensity is related to the physico-chemical properties of yeasts of saccharomycetes. A generalized deterrent factor of fermentation processes in the form of osmotic pressures based on the superposition principle is proposed for use. This takes into account the components of the osmotic pressure caused by dissolved sugars, synthesized alcohol, carbon dioxide and other substances present. Calculated results of initial, intermediate and final osmotic pressures, calculation algorithm, graphic illustrations and their analytical generalizations, methods for stabilizing osmotic pressures at subcritical levels and data relating to energy transformations with allowance for entropy losses are presented.

ЕНЕРГОМАТЕРІАЛЬНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ В БРОДИЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

О.Ю. Шевченко, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський, С.А. Бут

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень особливостей зброджування цукровмістких середовищ спиртової, пивоварної, виноробної галузей. Показано, що лімітування інтенсивності бродіння пов'язано з фізико-хімічними властивостями дріжджів-цукроміцетів. Запропоновано до використання узагальнений стримуючий фактор процесів бродіння у формі осмотичних тисків на основі принципу суперпозиції. При цьому враховуються складові осмотичного тиску, викликаного розчиненими цукрами, синтезованими спиртом, діоксидом вуглецю та іншими наявними речовинами. Наведено розрахункові результати початкових, проміжних і кінцевих осмотичних тисків, алгоритм розрахунків, графічні ілюстрації та їх аналітичні узагальнення, методи стабілізації осмотичних тисків на докритичних рівнях і дані, що стосуються енергетичних трансформацій з урахуванням ентропійних втрат.

Ключові слова: бродильне середовище, масо- і енергообмін, мікроорганізми, процес, трансформація, анаеробна технологія, ентропія, термодинаміка.

Постановка проблеми. Результати аналізу технологій бродіння в спиртовій, виноробній і пивоварній галузях показують спільність особливостей організації процесів, що їх супроводжують. Підготовка вхідних матеріальних потоків стосується оцукрювання крохмалевмісних складових у виробництві етилового спирту, одержання розчинів екстрактивних речовин у пивоварних технологіях і безпосереднього використання цукрів у виноградному суслі. Підготовлені таким чином матеріальні потоки в бродильних апаратах доповнюються дріжджовими культурами і після перебігу періодів лаг-фаз розпочинаються усталені процеси бродіння.

Відомо, що лаг-фази пов'язані з адаптацією дріжджів до нових умов і їх реакціями на осмотичні, температурні та хімічні шоки. При цьому осмотичні шоки на початку процесів визначаються наявністю розчинених цукрів та інших сухих речовин і основну їх частку складають цукри.

Концентрації цукрів та інших екстрактивних речовин визначають з урахуванням очікуваних кінцевих результатів. Такими результатами у спиртовій промисловості є гранична концентрація спирту в бражці, концентрація діоксиду вуглецю 10 г/л у виробництві шампанського або нормативні концентрації спирту і CO_2 у пивоварінні. В технологіях первинного виноробства в класичних схемах концентрації цукрів відповідають вхідним матеріальним потокам. Таким чином, початкові концентрації цукрів визначають початкові осмотичні тиски. З цієї точки зору найбільш вразливими є технології бродіння спиртової галузі через обмеження граничних осмотичних тисків за умовами бактеріостатичних ефектів по дріжджам. У цій галузі вимушені обмежуватися концентраціями спирту в бражці в межах 8...10%, а в технологіях виробництва шампанського за рахунок використання осмофільних дріжджів досягаються показники 11...12% [1; 2].

Метою дослідження є прогнозна оцінка максимально можливих накопичень етилового спирту в культуральних середовищах і перспективи удосконалення процесів бродіння.

Викладення основних результатів дослідження. До чинників впливу на осмотичні тиски, окрім розчинів цукрів і синтезованого спирту, додається складова, яка стосується розчиненого діоксиду вуглецю. Остання обмежується максимумом розчинності відповідно до закону Генрі на відміну від спирту, розчинність якого фізично не обмежується. За цією складовою обмеження настає через бактеріостатичні ефекти. Оскільки біохімічні трансформації в зброджуваних середовищах пов'язані з перетворенням кожної молекули глюкози в одну молекулу етилового спирту і дві молекули діоксиду вуглецю, то відповідно до рівняння Вант-Гоффа має місце безперервне зростання осмотичних тисків.

У табл. 1 і на рис. 1 відображені розрахункові дані, які стосуються початкових концентрацій цукру в бражках з розрахунку на кінцеві концентрації спирту, початкові та кінцеві значення осмотичних тисків. З наведених даних видно, що різниця між кінцевими і початковими осмотичними тисками

зростає зі збільшенням кінцевих концентрацій C_2H_5OH . В цьому аналізі алгоритм розрахунків передбачав таку послідовність (табл. 1).

Таблиця 1. Початкові, кінцеві концентрації цукру і спирту та осмотичні тиски в середовищах

Початкова концентрація цукру, $кг/м^3$	Початковий осмотичний тиск, МПа	Кінцева концентрація спирту, % мас.	Кінцевий осмотичний тиск, МПа
156,5	1,152	8	4,373
176,09	1,298	9	4,92
195,65	1,44	10	5,468
215,22	1,374	11	6,01
234,78	1,725	12	6,56
254,34	1,873	13	7,12
273,9	2,02	14	7,66

За показником кінцевої концентрації спирту в бражці визначалася початкова концентрація цукру в середовищі на основі закону Гей-Люссака, за яким маємо:

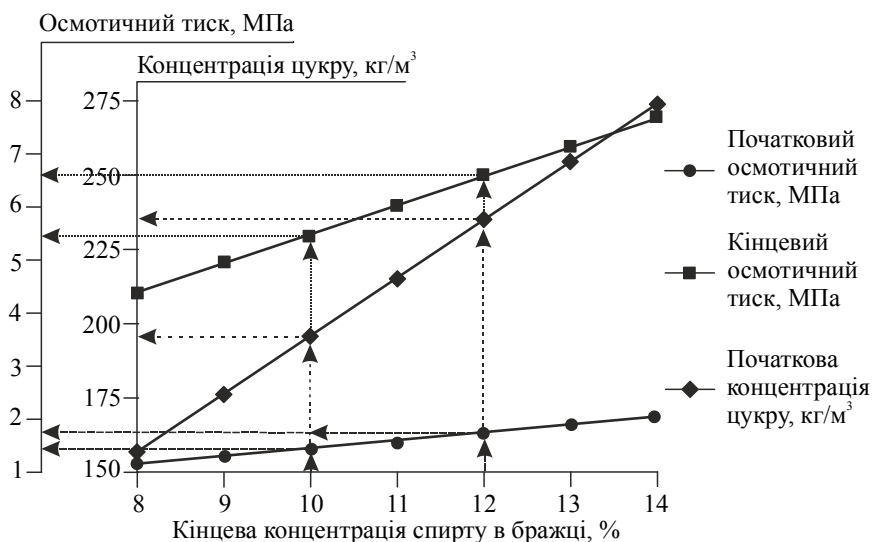


Рис. 1. Графічні залежності початкового і кінцевого осмотичного тиску та початкової концентрації цукру від кінцевої концентрації спирту

Наприклад, за кінцевої концентрації етилового спирту 8% його масова концентрація становитиме 80 кг/м^3 , а початкова концентрація цукру $m_{ц(п)}$ визначається з умови:

$$180 - 2 \cdot 46 \\ m_{ц(п)} - 80 ; \quad (2)$$

$$m_{ц(п)} = \frac{180 \cdot 80}{92} = 156,5 \text{ кг/м}^3, \quad (3)$$

де 180 і 46 — відповідно, молекулярні маси глюкози і етилового спирту.

Початковий осмотичний тиск створюється тільки розчином цукру, осмотичний тиск якого визначається залежністю:

$$\pi_{осм} = \frac{m_{ц}RT}{M_{ц}}, \text{ МПа}, \quad (4)$$

де $m_{ц}$ — маса цукру; $M_{ц}$ — молекулярна маса цукру; R — універсальна газова стала; $T = 303 \text{ К}$ — абсолютна температура середовища.

З розрахунку на цукрозу з молекулярною масою $M_{ц} = 342,3$ для початкової $m_{ц} = 156,5 \text{ кг}$ в 1 м^3 середовища отримуємо:

$$\pi_{осм} = \frac{156,5 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 303 \cdot 10^{-6}}{342,3} = 1,152, \text{ МПа}. \quad (5)$$

Кожному із значень кінцевої концентрації спирту відповідають початкові концентрації цукру, а кінцеві концентрації цукрів дорівнюють нулю. Тоді кінцевий осмотичний тиск розчину етилового спирту визначається його масовою концентрацією. В нашому випадку він складає 80 кг/м^3 :

$$\pi_{осм(к)} = \frac{80 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 303 \cdot 10^{-6}}{46,07} = 4,373, \text{ МПа}. \quad (6)$$

Графічне відображення залежностей на рис. 1 дає змогу отримати їх математичну формалізацію у вигляді лінійних функцій.

Початкова концентрація цукру залежно від кінцевої концентрації спирту в бражці приводиться до такого виду:

$$c_{ц(п)} = 19,56 c_{сп(\%)}, \text{ кг/м}^3. \quad (7)$$

Аналогічно отримуємо для початкового осмотичного тиску:

$$\pi_{(п)} = 0,1447 c_{сп(\%)}, \text{ МПа} \quad (8)$$

і для кінцевого осмотичного тиску:

$$\pi_{(к)} = 0,546 c_{сп(\%)}, \text{ МПа}, \quad (9)$$

де $c_{сп(\%)}$ — кінцева концентрація спирту в бражці, %.

Лінійний характер одержаних залежностей приводить до висновку про їх відповідність законам Рауля і Вант-Гоффа і до логічності зростання початкових і кінцевих осмотичних тисків розчинів і різниці між ними. Очевидно, що такий висновок відповідає феноменологічному аналізу щодо перебігу процесів у технологіях зброджування цукрів, а особливості матеріальних трансформацій відображаються графіками змін параметрів системи на рис. 1 та 2. На рис. 1 по горизонталі відкладено кінцеві концентрації спирту в бражці в діапазоні від 8 до 14%, а по вертикалі — відповідні їм початкові

концентрації цукрів, початкові осмотичні тиски розчинів цукрів і кінцеві осмотичні тиски розчинів спирту.

Вирішення завдання пошуку параметрів такої системи дублюється рівняннями (7)—(9).

У табл. 2 та на рис. 2 наведено результати розрахунків, які стосуються змін осмотичних тисків у зброджуваних середовищах відповідно до змін концентрацій цукрів. Початкове значення осмотичного тиску визначається складовою цукру від $156,5 \text{ кг/м}^3$, яка надалі лінійно зменшується до показника близького до нуля, а осмотичні тиски розчинів спирту лінійно зростають. Загальний результат визначається сумою показників осмотичних тисків розчинів цукру і спирту.

Таблиця 2. Динаміка зміни концентрацій зброджуваних цукрів і накопичуваного етилового спирту та осмотичних тисків середовищ

Динаміка зміни концентрації цукрів, кг/м^3	Осмотичний тиск цукрів, МПа	Осмотичний тиск етилового спирту, МПа	Сумарний осмотичний тиск, МПа
156,5	1,152	0	1,152
136,94	1,008	0,546	1,554
117,38	0,864	1,093	1,96
97,81	0,72	1,64	2,36
78,26	0,576	2,19	2,77
58,69	0,432	2,73	3,165
39,13	0,288	3,28	3,568
19,056	0,144	3,83	3,972
0	0	4,37	4,373

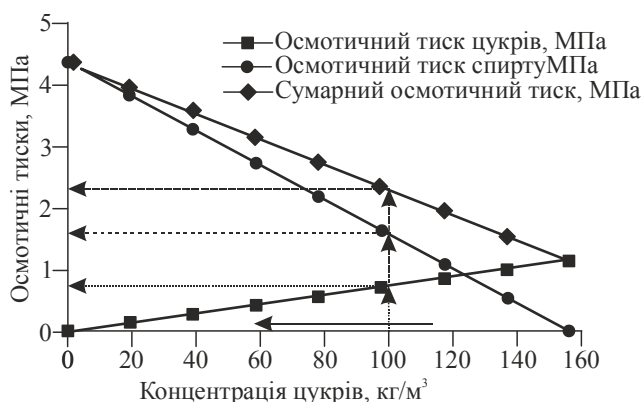


Рис. 2. Динаміка змін осмотичних тисків у зброджуваних середовищах відповідно до змін концентрацій цукру

В основу розрахункових даних, наведених в табл. 1 і 2, поставлена система відліку від значень масової кінцевої концентрації спирту у відсотках. Зміна цього показника на одиницю в бік зменшення приводить до зменшення осмотичного тиску розчину цукру на $0,146 \text{ МПа}$ і для розчину спирту на $0,547 \text{ МПа}$. Збільшення початкового показника концентрації $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ на одиницю, відповідно, приводить до зростання осмотичних тисків на вказані величини.

Анаеробне бродіння супроводжується насиченням культурального середовища діоксидом вуглецю, рівень концентрації якого залежить від температури і парціального тиску. Оскільки газова фаза в середовищі представлена CO_2 , то його парціальний і фізичний тиски збігаються. Окрім того, на додаток до тиску в газовому середовищі слід врахувати гідростатичні тиски.

Зростання температури культурального середовища знижує розчинність діоксиду вуглецю, а отже, при зниженні осмотичного тиску за цим показником і одночасно за фізичним законом Вант-Гоффа він збільшується. Однак за стабілізованої температури середовища, наприклад, на рівні 30° осмотичний тиск розчину CO_2 наближається до значення 0,286 МПа. Останнє значення слід вважати опосередкованим у зв'язку з існуванням в середовищах вертикальних циркуляційних контурів. У зв'язку з цим і відповідно до принципу суперпозиції в динаміці зброджування середовищ загальний осмотичний тиск слід визначати сумою осмотичних тисків розчинених цукру, етилового спирту і діоксиду вуглецю.

Причинами утворення циркуляційних контурів у зброджуваних середовищах є синтез діоксиду вуглецю і утворення ним диспергованої газової фази, а також наявність охолоджувальних сорочок. Останні створюють опускні периферійні частини контурів, а потоки диспергованої газової фази тяжіють до створення висхідної частини контуру в центральній частині апарата по всій висоті. Наявність поля сил тяжіння і змінного по висоті тиску гідростатичного поля приводить до змінних фізичних тисків, різних рівнів розчинності CO_2 і змін осмотичних тисків у локальних зонах циркуляційних контурів.

Зміна концентрацій цукру, етилового спирту та зміни осмотичних тисків відбуваються в часі, а тому можуть бути відображеними відповідними швидкостями таких змін, які залежать від властивостей мікроорганізмів, їх концентрацій та фізико-хімічних властивостей середовищ. Очевидно, що показники швидкості зброджування цукрів залежать від змін осмотичних тисків у тому числі. Зміни концентрацій цукрів, етилового спирту і осмотичних тисків за одиницю часу визначають їх швидкості, які, як і концентрації, між собою взаємопов'язані. Якщо швидкість зміни концентрації цукру позначити як $dm_{\text{ц}}/dt$, то швидкості змін концентрацій спирту і синтезу діоксиду вуглецю відобразяться залежностями:

$$\frac{dm_{\text{сп}}}{dt} = 0,511 \frac{dm_{\text{ц}}}{dt} \text{ і } \frac{dm_{\text{CO}_2}}{dt} = 0,489 \frac{dm_{\text{ц}}}{dt}. \quad (10)$$

З порівнянь осмотичних тисків у зброджуваних середовищах випливає, що головним їх чинником є розчинений етиловий спирт, стабілізація концентрації якого на нижчому за критичний рівень дала б змогу реалізувати завдання проекту. З цієї точки зору заслуговує на увагу досвід, накопичений у технологіях виробництва безалкогольного пива, який, власне, стосується методів видалення спирту з пива. До останніх відносяться метод виготовлення льодяного пива (Eisbeer), технології з використанням осмосу і зворотного осмосу, принципу діалізу, термічні способи видалення спирту (дистиляція), вакуумні технології перегонки та відцентрові механічні випаровувачі [3].

Фізичне підгрунття методу льодяного пива — це температурна депресія розчинів, яка є наслідком розчинених екстрактивних речовин і спирту. Так, за екстрактивності початкового суслу 11,5% і вмісту спирту 4,6% об. температура замерзання становить $-2,3^{\circ}\text{C}$, а за екстрактивності 15,5% і вмісту спирту 6,0% об. вона знижується до $-2,9^{\circ}\text{C}$. Фазовий перехід відбувається не гомогенно, а спочатку вимерзає вода. Разом із водою в лід виділяються нерозчинні за низьких температур поліфеноли і білки, а спирт збагачується екстрактивними речовинами. Наступне відокремлення твердої фази призводить до вилучення з неї спирту. В промислових умовах процес триває з постійним рухом середовища з утворенням кристалів рідинної фази і подальшим відокремленням.

У мембранних методах розділення пиво пропускають через напівпроникні мембрани, користуючись різними фізичними ефектами. Принцип зниження концентрації спирту реалізується на основі зворотного осмосу, за якого вода і спирт проходять через мембрану в напрямку проти природного осмотичного тиску, а втрати води компенсуються на основі знесолоної і деаерованої води.

За діалізу використовують мембрани у формі порожнистих волокон з обмеженою товщиною стінок. Такі волокна діаметром 50...200 мкм виконані з мікропорами з ущільненням з двох сторін супертонкими мембранами, через які проходить пиво, тоді як діалізат обтікає волокна у зворотному напрямку. Через мікропори мембран відбувається масообмін і речовини по обидва боки мембран врешті-решт досягають рівноважного стану за однакових концентрацій спирту.

Технології вилучення спирту з пива в промислових масштабах успішно реалізуються, проте вони стосуються тільки одержання безалкогольного пива, тоді як використання пермеату і діалізату залишається незавершеним.

Більш повноцінний результат можливий за використання термічних способів видалення спирту, оскільки при цьому досягається можливість концентрування і використання його розчинів. За таких умов відбувається стабілізація концентрації $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ в зброджуваному середовищі і, одночасно, зростає концентрація спирту у випарі. Оскільки температура кипіння і випаровування визначається тиском, то зниження останнього до 0,04...0,20 бар приводить до поліпшення фізичних і термодинамічних умов видалення спирту. За вказаних тисків температуру кипіння можливо утримати в межах $30...38^{\circ}\text{C}$, що не має негативного впливу на мікроорганізми. Саме останнє дає змогу рекомендувати вакуум-випарні установки до застосування в спиртовій промисловості.

Одна з останніх розробок стосується відцентрових випаровувачів з внутрішніми поверхнями нагрівання тарілок. Під дією відцентрових сил пиво у тонкому шарі протікає між тарілок, нагрівається з випаровуванням спирту, тоді як пиво витискається назовні з обмеженою концентрацією алкоголю.

Результатом використання названих технологій є обмеження концентрацій алкоголю в кінцевому продукті близько 0,5%. Разом з тим у технологіях виробництва спирту основне завдання щодо процесів бродіння є принципово протилежним, оскільки накопичення $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ в бражці повинно бути максимально можливим. Однак природні властивості дріжджів-цукроміцетів ставлять на цьому напрямку поки що нездоланну перепону, оскільки найбільш

досяжними в сучасних технологіях концентраціями спирту є показники 10...12% об., які супроводжуються бактеріостатичними ефектами. Останній результат є добре вивченим у тисячолітніх накопиченнях і пошуках людства і стосовно технологій зброджування цукровмістких середовищ визначені їх переваги і недоліки.

Головним позитивом анаеробного бродіння варто назвати ту обставину, що ця технологія абсолютно вписується в природні колообіги вуглецю, кисню і води, які в різних формах спричиняють утворення органічних з'єднань — носіїв хімічної енергії і заслуговують на назву акумуляторів сонячної енергії.

Первинний енергетичний потенціал цих трансформацій представлений глюкозою з подальшими перетвореннями в полімерні органічні сполуки, жири, білки і вуглеводи. Один із важливих напрямків у таких перетвореннях стосується анаеробних процесів бродіння.

Перебіг будь-якого процесу потребує відповідного енергоматеріального забезпечення на користь рушійного фактора. Енергетична «вартість» трансформації одного моля глюкози в дві молекули етилового спирту і дві молекули діоксиду вуглецю складає ту енергію, яка збереглася у формі двох молекул АТФ у кількості $2 \cdot 30,5 = 61$ кДж/моль глюкози. Разом з тим втрата енергетичного потенціалу в трансформації від моля глюкози до моля спирту становить:

$$\delta Q = 2870 - 2640 = 230 \text{ кДж/моль глюкози.}$$

Хоча втрата енергетичного потенціалу складає лише 8% від початкового потенціалу, вона в масовому виробництві і в абсолютних показниках є вагомим недоліком процесів бродіння. Важливо, що цей недолік доповнюється необхідністю компенсувати залишок виділеної вільної енергії у кількості

$$230 - 61 = 169 \text{ кДж/моль глюкози}$$

облаштуванням системи охолодження бродильного апарата і відповідними енергоматеріальними втратами.

Наступний недолік процесів анаеробного бродіння пов'язаний зі змінними і зростаючими осмотичними тисками в міру підвищення концентрацій розчиненого діоксиду вуглецю і, головним чином, етилового спирту. Остання відмічена особливість щодо розчинності спирту пов'язана з обмеженою розчинністю CO_2 . Саме сукупний вплив цих двох складових спричиняє бактеріостатичні ефекти і припинення подальшого бродіння.

Виділення CO_2 в довкілля також є недоліком анаеробних процесів бродіння, хоча утилізація діоксиду вуглецю економічно доцільна і реалізується в сучасних технологіях.

Висновки

Сукупність названих переваг і недоліків технологій, побудованих на основі процесів анаеробного бродіння, в оцінці перспектив їх удосконалення дають змогу відмітити таке:

1. Метою процесів анаеробного бродіння є максимально можливе накопичення етилового спирту в культуральних середовищах, вилучення якого передбачається здійснювати перегонкою. Енергетичні витрати на таку перегонку

залежать від концентрації спирту в бражці і збільшення останньої питомі енергетичні витрати зменшує, а питому продуктивність технологічного обладнання збільшує.

2. Оцінюючи систему «культуральне середовище–дріжджі» як термодинамічну систему, можна прийти до висновку, що збільшення концентрації спирту в середовищі призводить до зростання міри неупорядкованості в ній зі зростаючим опором подальшого синтезу C_2H_5OH . Це дає підставу провести аналогію такого перебігу процесу і результату до термодинамічного поняття ентропії. Наявність енерговитрат у формі зміни вільної енергії підтверджує таку аналогію і незворотність процесу. Важливо підкреслити, що намічене таким чином зростання аналога ентропії відноситься до середовища, але не до мікроорганізмів. Останнє припущення дає змогу зброджувану систему розглядати як дві підсистеми. Першою з них є рідинна фаза з розчиненими речовинами і зростаючою ентропією, яка має контакт з навколишнім середовищем. Друга підсистема представлена сукупністю мікроорганізмів, в якій за рахунок споживання енергії і матерії з першої реалізується синтез мікроорганізмів зі зменшенням ентропії.

3. Співіснування першої і другої підсистем не є завершеним колообігом органічних речовин, оскільки на виході з першої наявний один кінцевий елемент розпаду (це діоксид вуглецю) і органічна речовина з потужним енергетичним потенціалом — C_2H_5OH , кінцева деструкція якого за межами системи повинна завершитися утворення H_2O і CO_2 .

4. Енергоматеріальним виходом другої підсистеми є синтезована біомаса мікроорганізмів, яка в рамках природних колообігів може бути використана.

Література

1. Шиян П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійнічук. — Київ : «Асканія», 2009. — 424 с.
2. Технологія спирту: підруч. / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; під ред. проф. В.О. Маринченка. — Вінниця : «Поділля-2000», 2003. — 496 с.
3. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце. — Санкт-Петербург : Профессия, 2001. — 912 с.
4. Соколенко А.І. Енергоматеріальні потоки харчових і мікробіологічних виробництв: монографія / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, К.В. Васильківський та ін. — Київ : Кондор, 2016. — 326 с.
5. Леус Р.М. Удосконалення процесів стабілізації продукції харчових виробництв: автореф. дис. ... к-та техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Леус Руслан Миколайович; НУХТ. — Київ, 2013. — 22 с.

MODELING OF THE PROCESS OF MILK DISPENSING BY DISKS WITH DIFFERENT NOZZLE DESIGNS

S. Lementar, V. Ponomarenko, Yu. Veresotsky, R. Jakobchuk

National University of Food Technologies

Key words:

Spraying process

Dry milk

Nozzle

Rotary atomizer

Article history:

Received 03.05.2017

Received in revised form
16.05.2017

Accepted 14.06.2017

Corresponding author:

S. Lementar

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The results of modeling the process of sputtering of condensed whole milk by spraying disks with nozzles of round and rectangular profile, straight and arc generators are presented in the article. It was found that with the input parameters specified in the article, the product from the round nozzles comes out at a maximum speed of 173 m/s and has a turbulent energy of 62 J/kg. When using arc-shaped nozzles with a rectangular cross-section, the product emerges as a thin film of a trapezoidal cross section that has the same maximum velocity but significantly higher turbulent energy (up to 737 J/kg), which contributes to better dispersing of the output stream and formation of smaller drops of sprayed milk.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-14

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЕННЯ МОЛОКА ДИСКАМИ З РІЗНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ СОПЕЛ

С.Ю. Лементар, В.В. Пономаренко, Ю.І. Вересоцький, Р.Л. Якобчук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати моделювання процесу розпилення згущеного незбираного молока розпилювальними дисками із соплами круглого та прямокутного профілю, прямою та дуговою твірними. Встановлено, що при вказаних у статті вхідних параметрах продукт із круглих сопел виходить з максимальною швидкістю 173 м/с та має турбулентну енергію 62 Дж/кг. При використанні сопел з дуговою твірною та прямокутним перерізом продукт виходить в вигляді тонкої плівки трапецієвидного поперечного перерізу, яка має таку ж максимальну швидкість, але значно вищу турбулентну енергію (до 737 Дж/кг), що сприяє кращому диспергуванню вихідного потоку й утворенню більш дрібних крапель розпиленого молока.

Ключові слова: процес розпилення, сухе молоко, сопло, розпилювальний диск.

Постановка проблеми. Якість сухих молочних продуктів залежить від ефективного проведення процесу сушіння, яке значною мірою визначається технічним рівнем обладнання.

Найбільше впливають на ефективність цього процесу системи розподілення теплоносія та продукту. В промислових сушарках розпилення продукту здійс-

снюється за допомогою форсунок чи розпилювальних дисків. Найбільшого поширення у вітчизняній промисловості набув другий спосіб, тому знаходження раціональних конструкційних параметрів систем розподілення продукту, зокрема розпилювальних дисків як основного їх компонента, шляхом моделювання процесу розпилення молочних продуктів є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з найбільших проблем перед розробниками розпилювальних сушарок є складність процесів розподілення сушильного агента та продукту в сушильній камері, а також їх взаємодії. Незважаючи на таку складність, багато дослідників зосереджувалися на дослідженні цих процесів [1—9]. Наприклад, в результаті досліджень [1] виявлено істотний вплив параметрів розпилення вхідного продукту на продуктивність сушарок та якість кінцевого продукту. Встановлено також [2; 3], що час перебування частинок у зоні сушіння і температура сушильного агента є важливими параметрами при сушінні таких чутливих до високих температур речовин, як молочні продукти, оскільки суттєве зниження їх якості відбувається, якщо частинки залишатися в потоці повітря занадто довго або температура потоку гарячого повітря занадто висока. Тому схема розподілу повітряних потоків всередині розпилювальної сушарки теж вважається одним з основних факторів, які підлягають детальному вивченню та моделюванню. Ще однією причиною необхідності таких досліджень є забезпечення уникнення осадження та закріплення частинок продукту на стінках сушильної башти, оскільки поряд зі зниженням його якості існує загроза вибуху [4].

Враховуючи складність охоплення значного діапазону досліджуваних параметрів реальними дослідними установками, значного поширення набуло моделювання даних процесів з використанням методів обчислювальної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics (CFD)). Моделювання подібних задач CFD методами із застосуванням обчислювальної техніки були успішно проведені D. F. Fletcher [5], K. Kota [6], F.G. Kieviet та ін. Деякі з перших дослідників моделювали потоки в сушарках двовимірними і симетричними до вертикальної осі для того, щоб зменшити навантаження на обчислювальні ресурси. Але поступово прийшли до висновку, що для більшої точності моделей необхідно оперувати тривимірними потоками [7; 8]. Наприклад, автори [9], використовуючи тривимірне моделювання потоків теплоносія і продукту, фокусувалися на складних ефектах взаємодії часток продукту та потоків теплоносія в масштабах промислової сушарки. Дослідження на експериментальних установках довели хорошу кореляцію між результатами моделювання і реальними випробуваннями при аналогічних вхідних даних.

Отже, застосування методів обчислювальної гідродинаміки до задач подібного типу дає змогу отримати результати, які добре корелюються з експериментальними даними та дають значну економію при розробці й удосконалення обладнання.

Мета дослідження: визначення впливу конструкцій сопел розпилювальних дисків на кінематичні параметри потоку продукту, що розпилюється.

Викладення основних результатів дослідження. Як відомо, ступінь дисперсності і рівномірність розпилення залежать від швидкості вильоту і фізичних властивостей рідини та середовища (поверхневого натягу, густини, в'язкості).

Відцентрове розпилення відбувається в диску, що обертається і містить радіально розташовані канали, в яких діють досить великі відцентрові сили для надання значної швидкості рідині при її русі до периферії. Це обумовлює розпорошення продукту на дрібні краплі за рахунок турбулентності потоку і сил тиску, що виникають у результаті тертя об повітря.

Для дослідження процесу розпилення побудована модель диска (рис. 1). Спочатку було спроектовано диск з класичними соплами круглого перерізу з діаметром 8 мм.

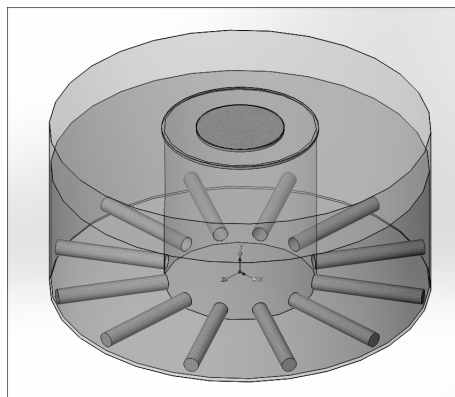


Рис. 1. Модель розпилювального диска

Досліджуваною рідиною вибрано згущене незбиране молоко при температурі 50°C та вмісті сухих речовин 50%, що має динамічну в'язкість $0,097\text{ Па}\cdot\text{с}$. Вхідний потік, відповідно до розрахунків, становив 1424 кг/год . Швидкість обертання диска — 12000 об/хв , його діаметр — 250 мм . Розподіл результуючої швидкості молока на виході із сопла без урахування сил тертя об стінки показаний на рис. 2.

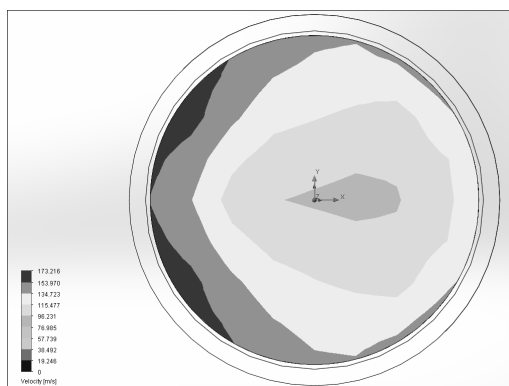


Рис. 2. Розподіл швидкості молока на виході із сопла з круглим поперечним перерізом

Видно, що розподілення результуючої швидкості є нерівномірним по перерізу сопла, досягаючи максимуму 173 м/с в лівому секторі. Відсутність

зменшення швидкості біля набігаючої стінки зумовлена спрощенням нами розрахункової моделі для скорочення часу комп'ютерного розрахунку. Для цього була встановлена нульова шорсткість внутрішньої поверхні сопла. В іншому ж отримані дані добре корелюють з розрахунковими.

Відомо також, що розпад під дією турбулентності призводить до утворення крапель, розмір яких обернено пропорційний квадратному кореню з відцентрової сили або першого ступеня частоти обертання.

У зв'язку з таким значним впливом на ефективність розпилення також досліджувалася турбулентність потоку молока (рис. 3).

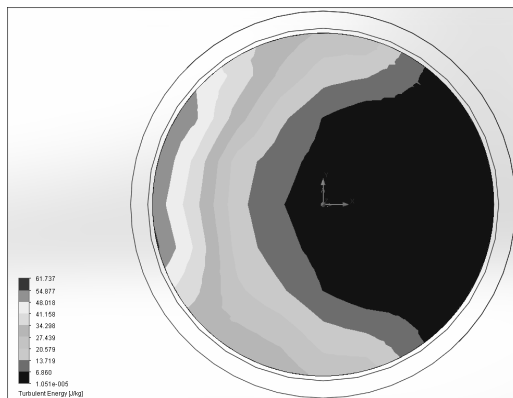


Рис. 3. Розподіл турбулентної енергії при виході молока із сопла з круглим поперечним перерізом

Максимальне значення турбулентної енергії при даній конструкції сопла складає близько 62 Дж/кг.

Потім досліджувалися сопла з прямолінійною й дуговою твірними та прямокутним перерізом (висота 30 мм і ширина 5 мм), моделі яких представлені, відповідно, на рис. 4 і 5. Інші параметри процесу брали такі ж, як і в дослідях із соплом круглого поперечного перерізу. В цих дослідях додали також вплив гравітаційної складової.

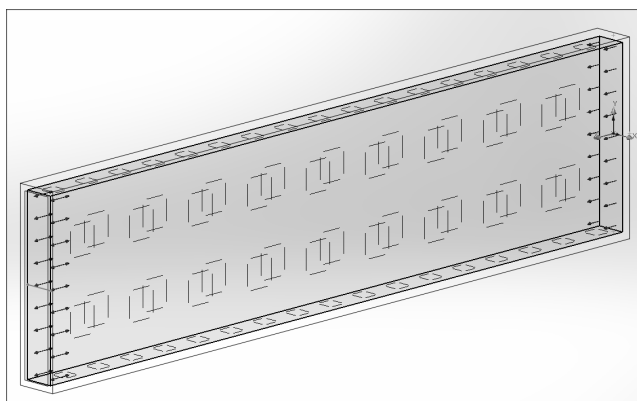


Рис. 4. Модель сопла з прямокутним поперечним перерізом і прямолінійною твірною

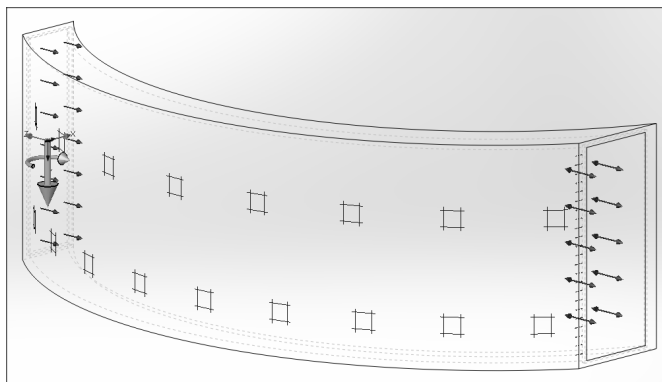


Рис. 5. Модель сопла з прямокутним поперечним перерізом і дуговою твірною ($R = 68\text{мм}$)

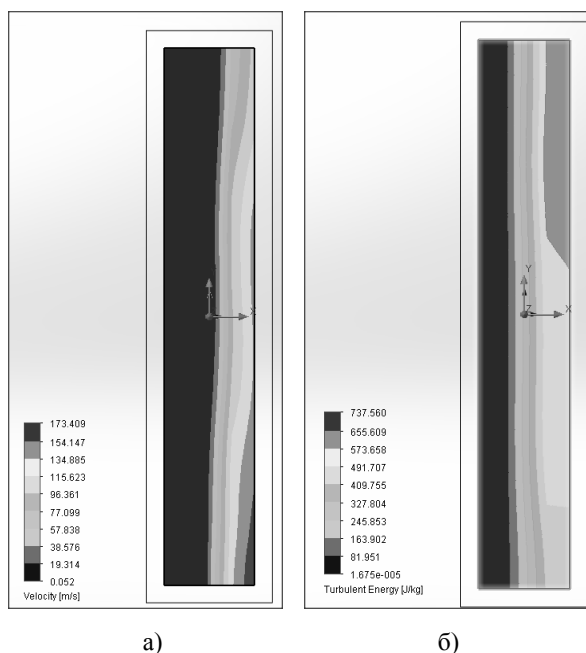


Рис. 6. Розподіл швидкості молока (а) і розподіл турбулентної енергії (б) на виході із сопла з прямокутним перерізом

Характер розподілу результуючої швидкості виходу молока із сопла з прямокутним перерізом значно відрізняється від розподілу швидкості на базі сопла з круглим перерізом. По-перше, відповідно до результатів моделювання (рис. 6а) продукт витікає із сопла через обмежену трапецієвидну зону з шириною в основі близько 2,5 мм. По-друге, спостерігаються чітко виражені зони максимальної швидкості біля набігаючої поверхні стінки сопла, що свідчить про утворення тонкої плівки молока на виході із сопел. По-третє, гравітаційна складова вносить свій вклад у розподіл швидкості, що підтверджує наявність трапецієвидної, а не прямокутної зони виходу продукту.

З рис. 6б видно, що турбулентна енергія для даного виду профіля сопла значно перевищує аналогічну для круглого профіля і досягає 737 Дж/кг, що сприяє кращому диспергуванню вихідного потоку й утворенню більш дрібних крапель розпиленого молока.

Для оцінки впливу шорсткості внутрішньої поверхні сопел на характер розподілу швидкості ми провели дослідження із заданою шорсткістю $Ra = 1,6$ мкм, що відповідає чистовому фрезеруванню. Результати досліджень у вигляді збільшеного фрагмента епюри розподілу швидкості молока показано на рис. 7.

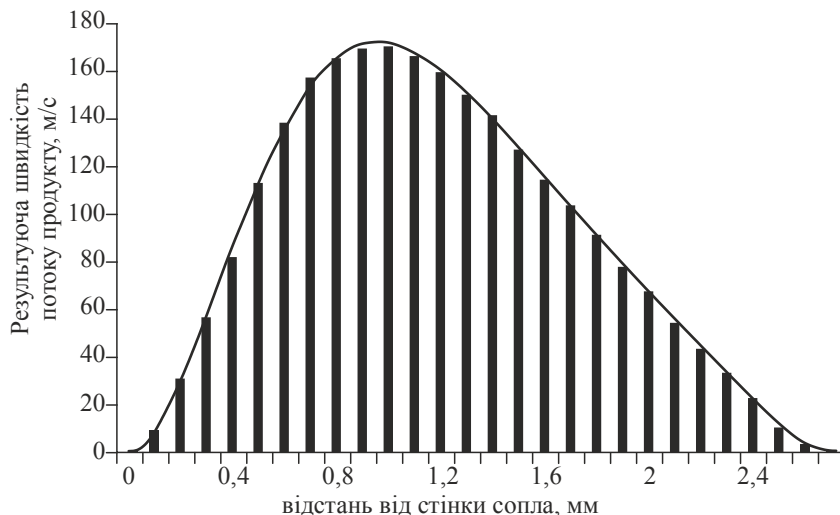


Рис. 7. Розподіл швидкості молока на виході із сопла з прямокутним поперечним перерізом при $Ra = 1,6$ мкм внутрішньої стінки

У випадку врахування реальної шорсткості стінки сопла спостерігаємо асиметричний розподіл швидкості в пристінковій зоні.

Висновки

При використанні розпилювального диску з соплами прямокутного поперечного перерізу та дуговою твірною виявили, що:

- продукт витікає через обмежену трапецієвидну зону, яка при даній продуктивності (1424 кг/год) має ширину в основі 2,5 мм;
- спостерігаються чітко виражені зони максимальної швидкості біля набігаючої поверхні стінки сопла, що свідчить про утворення тонкої плівки молока на виході із сопел;
- турбулентна енергія для даного виду профілю сопла значно перевищує аналогічну для круглого профіля, що сприяє кращому диспергуванню вихідного потоку й утворенню більш дрібних крапель розпиленого молока.

Отже, диски з соплами прямокутного поперечного перерізу та дуговою твірною забезпечують умови для більш ефективного розпилення молочних продуктів порівняно з дисками, які мають круглі сопла.

Література

1. *Huang L.X.* Simulation of a spray dryer fitted with a rotary disk atomizer using a three-dimensional computational fluid dynamic model / L.X. Huang, K. Kumar, A.S. Mujumdar // *Drying Technology*. — 2004. — V. 22, № 6. — P. 1489—1515.
2. *Guo B.* Simulation of gas flow instability in a spray dryer / B. Guo, T.A.G. Langrish, D.F. Fletcher // *Trans IChemE, Part A, Chem Eng Res Des.* — 2003. — V. 81. — P. 631—638.
3. *Harvie D.J.E.* A computational fluid dynamics study of a tall-form spray dryer / D.J.E. Harvie, T. A. G. Langrish, D.F. Fletcher // *Trans IChemE, Part A, Chem Eng Res Des.* — 2002. — V. 80, Issue 6. — P. 163—175.
4. *Harvie D.J.E.* Numerical simulations of gas flow patterns within a tall-form spray dryer / D.J.E. Harvie, T.A.G. Langrish, D.F. Fletcher // *Trans IChemE, Part A, Chem Eng Res Des.* — 2001. — V. 79. — P. 235—248.
5. What is important in the simulation of spray dryer performance and how do current CFD models perform / D.F. Fletcher, B. Guo, D.J.E. Harvie, T.A.G. Langrish, J.J. Nijdam, J. Williams // *Third International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries, Melbourne.* — 2003. — P. 81—92.
6. *Kota K.* Prediction of Deposition Patterns in a Pilot-Scale Spray Dryer Using CFD Simulations / K. Kota, T.A.G. Langrish // *Chem. Prod. and Proc. Modeling.* — 2007. — V. 2, Issue 3. — P. 26—35.
7. *Southwell D.B.* Observations of flow patterns in a spray dryer / D.B. Southwell, T.A.G. Langrish // *Drying Technology*. — 2000. — V. 18, Issue 3. — P. 661—685.
8. *Saleh S.N.* Prediction of Air Flow, Temperature and Humidity Patterns in a Pilot Plant Spray Dryer // *Nahrain University, College of Engineering Journal (NUCEJ).* — 2010. — V. 13. — P. 55—65.
9. *Jin Y.* Numerical Study of the Drying Process of Different Sized Particles in an Industrial-Scale Spray Dryer / Y. Jin, X.D. Chen // *Drying Technology*. — 2009. — V. 3, Issue 27. — P. 371—381.

УДК 532.528; 532.695; 544.77

PECULIARITIES OF THE INFLUENCE OF THE CONSTRUCTION OF CAVITATIONAL MIXTURES ON THE PROPERTIES OF OBTAINED DISPERSE SYSTEMS

A. Dolinsky, L. Avdeeva, E. Zhukotsky, A. Makarenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Hydrodynamic cavitation
Emulsion
Dispersion systems
Cavitation mixer
Aperture
Phospholipids*

Article history:

Received 12.05.2017
Received in revised form
04.06.2017
Accepted 25.06.2017

Corresponding author:

A. Dolinsky

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The results of experimental studies on determining the effect of hydrodynamic cavitation process on the dispersion of complex multicomponent systems are presented in the article. The advantages of static mixers for the emergence and intensification of hydrodynamic cavitation energy intensive mass transfer processes are analyzed. The influence of construction of the cavitation mixer and geometry of the nozzle device in the processing of liquid complex heterogeneous systems for nanosystems with desired properties is considered. Empirical dependence of the average particle diameter of conventional systems from geometric characteristics of cavitation reactor unit and the presence of the diaphragm is found. Rational conditions of the dispersion process are established.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-15

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ КАВІТАЦІЙНИХ ЗМІШУВАЧІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ОТРИМАНИХ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ

А.А. Долінський, Л.Ю. Авдєєва, Л.Ю. Жукотський, А.А. Макаренко

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати експериментальних досліджень з визначення впливу гідродинамічної кавітації на процес диспергування складних багатокомпонентних систем. Проаналізовано переваги використання змішувачів статичного типу для виникнення гідродинамічної кавітації та інтенсифікації енергоємних масообмінних процесів. Розглянуто вплив конструкції кавітаційних змішувачів і геометрії соплового пристрою при обробці рідких складних гетерогенних систем на отримання наносистем із заданими властивостями. Виявлено емпіричні залежності середнього умовного діаметра частинок системи від геометричних характеристик кавітаційного реактора пристрою і наявності діафрагми. Встановлено раціональні умови проведення процесу диспергування.

Ключові слова: гідродинамічна кавітація, емульсії, дисперсні системи, кавітаційний змішувач, діафрагма, фосфоліпіди.

Постановка проблеми. Кавітація — явище розриву рідини під впливом розтягуючих напружень і утворення заповнених парою та газом порожнин або бульбашок при створенні розрідження в обмеженій області при тиску рідини нижчому за критичне значення.

Кавітація може бути створена різними методами. Використання кожного з них визначаються метою і техніко-економічними показниками конкретної технології. У промисловості найбільш часто використовуються гідродинамічна й акустична кавітація. Ультразвукова кавітація виникає в результаті коливань ультразвукової частоти при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності. Гідродинамічна кавітація виникає в системах з місцевим зрушенням з подальшим розширенням каналу (в запірних і регулюючих органах, колінах та ін.) при течії всіх крапельних рідин, в т. ч. рідких металів [1—3].

На сьогодні одним із ефективних методів інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів у різних галузях промисловості є використання кавітаційного впливу при обробці складних дисперсних систем. Кавітаційні явища відносяться до жорстких способів обробки гетерогенних середовищ, пов'язаних з руйнуванням твердих або рідких дисперсних частинок і використовуються для енергоємних технологічних процесів: змішування рідин речовин, що важко змішуються, розчинення твердих речовин, отримання високодисперсних емульсій без застосування стабілізаторів, диспергування суспензій тощо. Використання кавітаційного впливу дає змогу отримувати високоякісні біологічно активні розчини, екстракти, емульсії і суспензії для харчової, медичної, нафтопереробної промисловості, паливної енергетики і інших галузей [5—7].

Гідродинамічна кавітація може здійснюватися в апаратах різної конструкції і різними методами. Розрізняють такі її різновиди: статична, динамічна, переміжна, відцентрова, соплова, щілинна, струменева, примусова, термічна, парова, газова тощо [3]. Для промислового використання придатні всі способи створення гідродинамічної кавітації, що дають змогу проводити обробку великих обсягів рідинних середовищ у потоці. Акустична кавітація енергетично менш вигідна, проте частково цю проблему можна вирішити при використанні апаратів проточного типу [4].

Принцип роботи проточних кавітаційних змішувачів заснований на нестаціонарності потоків рідини, а також на активних гідродинамічних ефектах впливу на оброблювані речовини. Даний тип апаратів призначений для структурних перетворень рідини на мікро- і нанорівні з метою зміни її фізико-хімічних властивостей, інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів. Обробка рідини в кавітаційному апараті здійснюється за рахунок імпульсного багатофакторного впливу: вихроутворення, мікромасштабних пульсацій тиску, інтенсивної кавітації, ударних хвиль і нелінійних гідроакустичних ефектів. Кавітатор здійснює перетворення енергії низької концентрації в енергію високої локальної концентрації в нестійких точках структури речовини. Просторова і тимчасова концентрація енергії дає змогу отримати велику потужність імпульсного енергетичного впливу, вивільнити внутрішню енергію речовини, ініціювати численні квантові, каталітичні та інші енергонасичені процеси [3].

Конструкції динамічних кавітаційних реакторів забезпечують багаторазову перебудову поля швидкостей і зміну напрямку ліній струму потоку рідини за рахунок обертових елементів (крильчаток, лопатей) різних конфігурацій, що сприяють утворенню каверн на поверхні робочих органів або за ними. Кавітаційні апарати статичного типу мають ряд переваг з точки зору конструктивного, технологічного та економічного рішення. Статичні кавітаційні апарати забезпечені нерухомими кавітаційними реакторами, що являють собою перешкоду на шляху проточної рідини, в яких каверни утворюються за межами робочих органів. Апарати цього типу мають невеликі габарити при високій продуктивності. Відмінні риси даного типу обладнання — простота і надійність апаратурного оформлення, забезпечення безперервності хіміко-технологічного процесу, інтенсивний гідродинамічний і кавітаційний вплив, що обумовлює значну інтенсифікацію масообмінних процесів і високу якість змішування компонентів [4].

Конструкція кавітаційного змішувача і форма виконання реактора впливає на виникнення і розвиток ефектів кавітації і, таким чином, на ефективність обробки дисперсних систем у бульбашковій камері. Проточні кавітаційні змішувачі з соплами типу Вентурі або сопла Лавалля характеризуються значною продуктивністю, високою якістю обробки матеріалу і низькими питомими витратами електроенергії на одиницю продукції. Їх робота, за певних умов, відбувається в нестационарному режимі, що забезпечує високу ефективність обробки матеріалу при диспергуванні, емульгуванні і гомогенізації. При ламінарному русі рідини в каналі, в якому площа поперечного перерізу періодично змінюється і втрати енергії на тертя незначні, в конфузійній частині каналу відбувається перетворення потенційної енергії в кінетичну, а в дифузійній — навпаки. За відсутності втрат напору на тертя перетворення енергії обернені і сумарна механічна енергія залишається незмінною. Якщо в рідині наявна дисперсна фаза, то відносна швидкість буде періодично змінюватися за величиною і напрямком. Динамічний вплив на частинку можливий за умови прискореного руху потоку рідини. Силова дія на дисперсію з боку рідини можлива як завдяки прискоренню або гальмуванню потоку внаслідок змінення з часом об'ємної витрати рідини через канал, так і при різкій зміні площі поперечного перерізу каналу. Під впливом сили гідродинамічної взаємодії частинок дисперсної фази з рідиною відбувається корисна робота, пов'язана з деформуванням або руйнуванням дисперсних часток. Унаслідок того, що в дискретних зонах навкруги кожної частинки відбувається корисна робота, процес трансформації механічної енергії вже не можна вважати оберненим. Чим швидше відбувається перетворення кінетичної енергії в потенційну, тобто чим вище значення прискорення, тим більша частина енергії потоку спрямовується на виконання корисної роботи для деформації і руйнування частинок [1; 2].

У реальних апаратах непродуктивні витрати енергії можна зменшити, якщо поверхні стінок каналу зробити більш гладкими, а профілі конфузійної і дифузійної частини — оптимальними з найменшими втратами напору потоку. Таким чином, велике значення для умов виникнення ефектів кавітації надається вибору геометричних параметрів конструкції змішувача [5; 6].

Метою дослідження є вивчення особливостей впливу конструкції гідродинамічних кавітаційних змішувачів на обробку водної суспензії фосфоліпідів, визначення оптимальних умов перебігу процесу й отримання емульсії із заданим розміром частинок.

Матеріали і методи. Для проведення досліджень використовувався кавітаційний апарат статичного типу. Як кавітаційний реактор для створення гідродинамічної кавітації використовувались два види сопел різних профілів. Сопло першого реактора — кут розкриття конфузора 90° , діаметр горловини сопла 10 мм, довжина горловини сопла 20 мм і кут розкриття дифузора 120° (рис. 1а); сопло другого реактора — кут розкриття конфузора 90° , діаметр горловини сопла 10 мм та 12 мм, довжина горловини сопла 20 мм і кут розкриття дифузора 12° (рис. 1б).

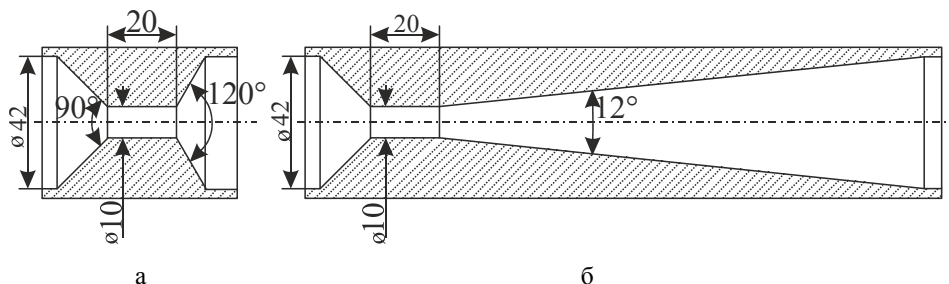


Рис. 1. Схема соплових пристроїв

Практично технологічну ефективність і інтенсивність перебігу кавітаційних процесів оцінювали за однорідністю складної гетерогенної системи, стійкістю емульсії і розподілом утворених частинок за розміром. Діаметр частинок вимірювався методом фотонної кореляційної спектроскопії на лазерному фотонно-кореляційному спектрометрі Zetasizer-3 (Malvern Instruments, Велика Британія) [7; 8].

Результати і обговорення. Результати дослідження впливу конструкції сопла кавітаційного реактора I і II типу (відповідно, рис. 1а і рис. 1б) з використанням діафрагми, що перекриває потік на 75% на умовний середній діаметр утворених частинок при поступовому посиленні кавітаційного впливу за рахунок збільшення циклічності обробки представлені на рис. 2. Діаметр горловини сопла становив 10 мм, початкова температура матеріалу $40 \pm 2^\circ$, концентрація фосфоліпідів 5%.

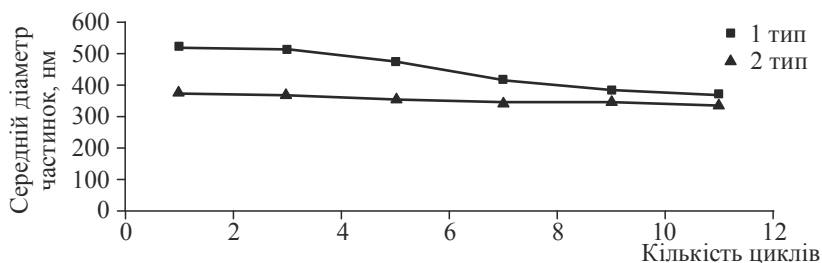


Рис. 2. Залежність впливу профілю сопла кавітаційних реакторів на середній діаметр утворених частинок

Аналіз отриманих результатів (рис. 2) показав, що в обох серіях експериментів кавітаційне диспергування відбувається поступово. В кожному наступному циклі обробки при проходженні дисперсної системи через зону кавітації під впливом кавітаційних бульбашок і утворених кумулятивних мікроструменів частинки зменшуються, що призводить до збільшення дисперсності всієї системи.

Отримані результати свідчать, що використання сопла з меншим кутом розкриття дифузора (тип 2) і збільшенням кавітаційної зони призводить до поліпшення якості гомогенізації і зменшення середнього діаметра частинок. Уже після першого циклу диспергування гетерогенної системи з фосфоліпідами в кавітаційному реакторі II типу з горловиною сопла $d_c = 0,010$ м середній діаметр частинок після 1 циклу диспергування становить 380 нм, що на 140 нм менше за частинки, утворені при відповідній обробці в апараті з соплом I типу. Після дев'ятого циклу обробки ця залежність дещо зменшується.

Середній діаметр частинок зразків, отриманих на установці із соплом I типу, послідовно зменшується з кожним новим проходженням емульсії через зону кавітації і досягає заданого значення після дев'ятого циклу обробки. Використання реактора II типу з меншим кутом розкриття дифузора дає змогу поліпшити умови диспергування і підвищити ефективність гомогенізації.

Посилення кавітаційного впливу за рахунок збільшення кількості циклів обробки суспензії фосфоліпідів в установці з соплом II типу не призводить до суттєвого зменшення середнього діаметра частинок (від 395 нм після першого циклу обробки до 340 нм після 11 циклів), що свідчить про те, що процес кавітаційного диспергування практично припинився вже після п'ятого циклу. Отриманий результат можна пояснити тим, що частинки емульсії досягли дуже малих розмірів в порівнянні з розмірами кавітаційних бульбашок і не руйнують їх, а відштовхуються. Тому подальша обробка емульсії в кавітаційному змішувачі не забезпечує підвищення дисперсності системи. Для отримання більш дрібнодисперсних емульсій необхідно генерувати більш високу інтенсивність кавітації режиму.

Було досліджено вплив діафрагм, що встановлювались у потоці після кавітаційного змішувача на інтенсивність впливу кавітаційних ефектів у складних гетерогенних системах із фосфоліпідами. Залежність середнього діаметра частинок системи з фосфоліпідами після обробки впродовж п'яти циклів у кавітаційних реакторах I і II типу з діаметром горловини сопла $d_c = 0,010$ м без діафрагми і з діафрагмами різної площі перекриття потоку наведена на рис. 3.

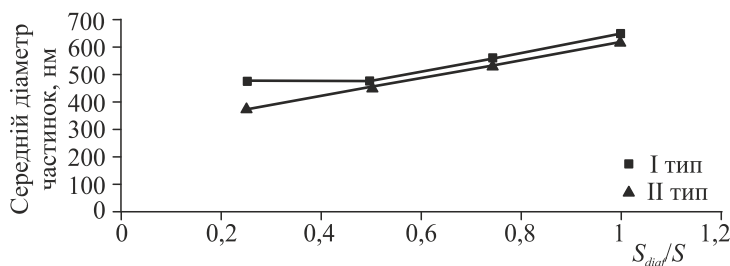


Рис. 3. Залежність середнього діаметра частинок від площі перекриття діафрагми

Як видно з рис. 3, використання діафрагм у потоці після соплового пристрою призводить до посилення кумулятивних впливів на середовище. Обробка дисперсної системи в змішувачі без діафрагми ($S_{diag}/S = 1$) призводить до утворення частинок із середнім умовним діаметром 610 нм для сопла II типу і 650 нм для сопла I типу. В результаті перекривання потоку за допомогою діафрагми діаметр утворених частинок зменшується. Найменший середній умовний діаметр утворених частинок спостерігається при перекриванні потоку на 75% ($S_{diag}/S = 0,25$) і становить 370 нм — для сопла II типу і 480 нм — для сопла I типу. Це свідчить про покращення умов диспергування і посилення кумулятивних ефектів.

Результати дослідження середнього діаметра частинок системи з фосфоліпідами після обробки в кавітаційному реакторі II типу при різних діаметрах горловини сопла: 0,01 м і 0,012 м при диспергуванні до 11 циклів обробки без використання діафрагми ($S_{diag}/S = 1$) наведені на рис. 4.

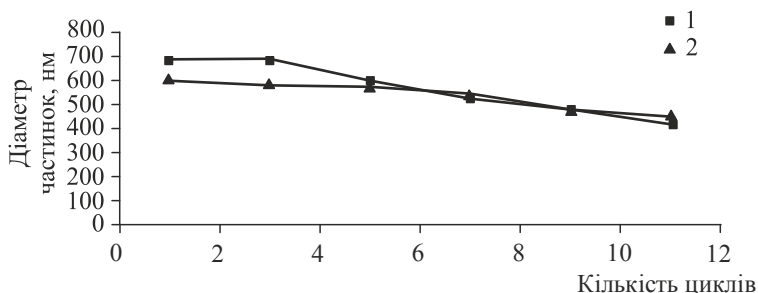


Рис. 4. Залежність середнього діаметра частинок системи з фосфоліпідами після обробки в кавітаційному реакторі II типу: 1 — з діаметром горловини сопла $d_c = 0,012$ м; 2 — діаметром горловини сопла $d_c = 0,010$ м

Отримані результати (рис. 4) свідчать, що при диспергуванні гетерогенної системи з фосфоліпідами в кавітаційному реакторі II типу з горловиною сопла $d_c = 0,010$ м середній діаметр частинок після 1 циклу диспергування становить 600 нм, збільшення діаметра сопла до $d_c = 0,012$ м з призводить до збільшення розміру утворених частинок, їх середній діаметр становить 682 нм. Це доводить більш високу інтенсивність кавітаційних ефектів при використанні сопла з діаметром $d_c = 0,010$ мм. Після диспергування впродовж перших п'яти циклів середній діаметр обох зразків стає майже однаковим. Таким чином, у результаті 11 циклів кавітаційної обробки в реакторі II типу середній діаметр обох зразків дорівнює 420—440 нм.

Висновки

Дослідження показали високу ефективність використання кавітаційних явищ при обробці складних гетерогенних систем для отримання нано- і мікро-емульсій із заданими властивостями. Встановлено, що найбільш ефективним є використання кавітаційних змішувачів з кутом розкриття конфузора 90° , кутом розкриття дифузора 12° і внутрішнім діаметром горловини 10—12 мм та з діафрагмою, що перекриває потік на 75%. Вибрана конструкція кавітатора дає змогу отримати стійкі моношарові везикули з середнім умовним діаметром

370 нм і внутрішнім об'ємом 12 мг/г ліпиду. На основі аналізу результатів досліджень доведено, що використання додаткового місцевого опору у вигляді діафрагми забезпечує посилення кавітаційного впливу при диспергуванні дослідних зразків і покращення гідродинамічних умов проведення процесу.

Література

1. Долинский А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах/ А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий.— Киев : Наукова думка, 2008. — 382 с.
2. Долинский А.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях/ А.А. Долинский, Б.И. Басок, И.С. Гулый, А.И. Накорчевский, Ю.А. Шурчкова. — Киев : Наукова думка, 1996. — 208 с.
3. Федоткин И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности (теория, расчеты и конструкции кавитационных аппаратов). Ч. I / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. — Киев : Полиграфкнига, 1997. — 838 с.
4. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах/ Т.М. Вітенько. — Тернопіль : ТДТУ ім. І.Пулюя, 2009. — 220 с.
5. Jitendra Carpenter Low pressure hydrodynamic cavitating device for producing highly stable oil in water emulsion: Effect of geometry and cavitation number/ Jitendra Carpenter, Suja George, Virendra Kumar Saharan — Chemical Engineering and Processing: Process Intensification — 2017. — Vol. 116. — P. 97—104.
6. Brinkhorsta S. Experimental and numerical investigation of the cavitation-induced choked flow in a herschel venturi-tube / S. Brinkhorsta, E. von Lavantea, G. Wendtb // Flow Measurement and Instrumentation. — 2017. — Vol. 54. — P. 56—67.
7. Yegin B. Lipid nanocapsule size analysis by hydrodynamic chromatography and photon correlation spectroscopy // B. Yegin, A. Lamprecht // International Journal of Pharmaceutics. — 2006. — № 320. — P. 165—170.
8. Henk G. Merkus. Particle Size Measurements. Fundamentals, Practice, Quality. — Springer, 2009. — 533 p.

COMPENSATED HIGH-VOLTAGE HIGH-FREQUENCY REACTOR

V. Brzhezytskyi, N. Laposha, I. Maslyuchenko

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Key words:

*High-voltage high-frequency shield
Reactor
Mutual inductance
Equivalent circuit
System of equations
Elliptic integrals*

Article history:

Received 14.05.2017
Received in revised form 12.06.2017
Accepted 23.06.2017

Corresponding author:

V. Brzhezytskyi

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article proposed a scheme of high-voltage high-frequency reactor with controlled distribution of capacitive currents. The system of equations was created to calculate voltage and current of each full loop reactor. It is shown that the use of separation capacitive and inductive circuits ensures high stability characteristics of the reactor. The conditions necessary to achieve high stability characteristics of the reactor in a wide frequency range have been analyzed. The results can be used to create high-voltage high-frequency inductors for which the inductance value would be highly stable in extended frequency bands as well as to improve the performance of high-frequency shields.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-16

КОМПЕНСОВАНИЙ ВИСОКОВОЛЬТНИЙ ВИСОКОЧАСТОТНИЙ РЕАКТОР

В.О. Бржезицький, М.Ю. Лапоша, І.М. Маслюченко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У статті запропоновано високовольтний високочастотний реактор з регульованим розподіленням ємнісних струмів. Отримано систему рівнянь для розрахунку напруги та повного струму кожного витка реактора. Показано, що при досягненні розділення ємнісних та індуктивних кіл забезпечується висока стабільність характеристик реактора. Визначено умови, необхідні для досягнення високої стабільності характеристик реактора в широкому діапазоні частот. Результати можуть бути використані для створення високовольтних високочастотних котушок індуктивності, значення індуктивності яких були б високостабільними в розширених діапазонах частот, а також для покращення характеристик високочастотних загороджувачів.

Ключові слова: високовольтний високочастотний загороджувач, реактор, взаємна індуктивність, схема заміщення, система рівнянь, еліптичні інтеграли.

Постановка проблеми. Високочастотний загороджувач (ВЗ) — необхідний елемент будь-якого високочастотного каналу зв'язку по високовольтних лініях для забезпечення передачі сигналів протиаварійної автоматики, релейного захисту, телемеханіки, промодульованих високою частотою (24—1000 кГц), по фазному проводу або грозотросу [1].

Основним конструктивним елементом високочастотного загороджувача є силова котушка індуктивності (реактор), яка призначена для пропускання струму промислової частоти, що протікає по проводу лінії електропередачі, в який включено ВЗ. Реактор містить алюмінієвий (або мідний) провід, навийтий як одно-, дво- або трифазна котушка на ізолюючому каркасі [2].

При роботі загороджувача на високих частотах ємнісні розподілені струми в реакторі частково нейтралізують індуктивну складову струмів, що призводить до нестабільності характеристик високочастотних загороджувачів у широкому діапазоні частот [3].

Для запобігання подібним явищам необхідний компенсований високочастотний реактор, при якому б забезпечувалась незалежна робота ємнісної та індуктивної складових схеми заміщення котушки індуктивності в розширеному діапазоні частот [4].

Аналогічні питання виникають при розробці індуктивних елементів, які використовуються в установках для випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод [5]. До кола пов'язаних з цим питань належить регулювання розподілення електричного поля в ізоляційній конструкції котушки за допомогою профілювання границь розділу діелектриків, яка є одним із ключових завдань у техніці високих напруг при створенні високовольтних установок і пристроїв [6—9].

У зв'язку з цим постає завдання розробки компенсованого високовольтного високочастотного реактора, ємнісні та індуктивні кола якого були б відділені одне від одного, що забезпечить високу стабільність і покращення характеристик високочастотних реакторів, котушок індуктивності тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Силкові котушки індуктивності (реактори) є невід'ємними елементами високочастотних загороджувачів, які в теперішній час випускаються рядом вітчизняних і зарубіжних фірм-виробників.

Фірма Siemens [10] пропонує високочастотні загороджувачі, реактори яких виконані у герметичному (закритому) або відкритому вигляді та застосовуються в стандартизованому діапазоні параметрів. У герметичних котушках використовується алюмінієвий провід або кабель, у котушках відкритого типу — алюмінієва шина.

В [11] здійснено порівняння методів зменшення розсіювання для уникнення побічного нагрівання в соленоїдальній котушці. Для цього за допомогою методу кінцевих різниць були проведені числові розрахунки розподілення магнітного та магнітно-індукованого полів з метою оцінки їх впливу на пасивні провідники. Проведене моделювання [11] показує, що деякі елементи соленоїдальної котушки можуть мати суттєво більшу температуру порівняно з іншими (отже, відрізнятися робочою температурою).

У [12] запропоновано методи розрахунку плоских і соленоїдальних котушок мінімальних розмірів (від 1 до 5 мм) для використання у твердотільних зондах апаратури ядерного магнітного резонансу при частотах 300 та 600 МГц.

У [13] досліджено вплив втрат енергії в діелектричному каркасі та порівняно їх з втратами від вихрових струмів. Також спрогнозовано власну ємність котушки з урахуванням її геометричних розмірів і отримано експериментальні підтвердження проведенням розрахунком.

Однак у зазначених працях не приділено достатньої уваги теоретичним розрахункам характеристик силової котушки індуктивності високочастотних загороджувачів, хоча базові основи для таких розрахунків викладені в [4; 6]. Вищевикладене підтверджує, що дослідження компенсованого високочастотного реактора є актуальним.

Метою статті є обґрунтування та дослідження моделі компенсованого високочастотного реактора.

Викладення основних результатів дослідження. Реактор типу РЗ-600-0,25 [14], що використовується у процесі дослідження, являє собою соленоїд, обмотка якого виконана проводом марки А-300, число витків 22. Розрахункова модель даного реактора представлена на рис. 1.

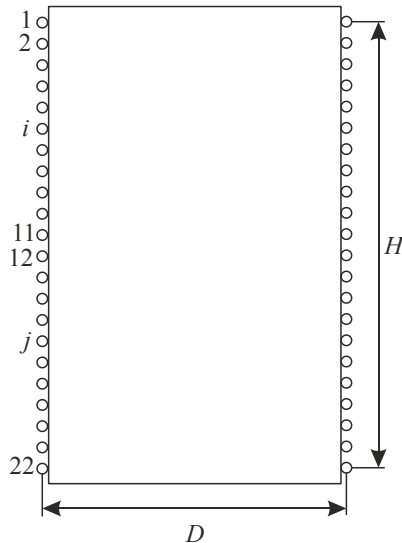


Рис. 1. Розрахункова модель реактора: H — висота реактора; D — його діаметр; цифрами $1 \dots i \dots j \dots 22$ показані позначення витків

Для визначення параметрів реактора використовуємо загальноприйнятну схему заміщення, яка наведена на рис. 2 [15].

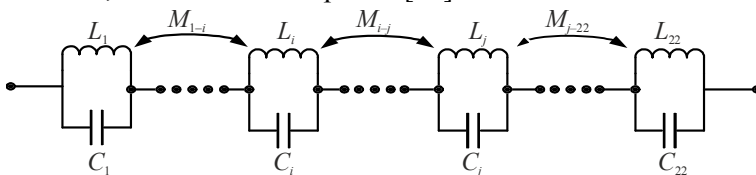


Рис. 2. Схема заміщення реактора, [15]

$$M = \mu_0 R f(k), \quad (4)$$

де $R = D/2$, $f(k) = \left(\frac{2}{k} - k\right)K - \frac{2}{k}E$, K та E — повні еліптичні інтеграли першого та другого роду з модулем $k = \sqrt{\frac{4R^2}{h^2 + 4R^2}}$; h — відстань між центрами контурів, а значення K та E мають загальновідоме вираження (5), (6):

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \cdot \sin(\beta)^2}} d\beta; \quad (5)$$

$$E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \cdot \sin(\beta)^2} d\beta. \quad (6)$$

Ємність витків C розраховуємо за формулою (7) для двох кругових кілець [18]:

$$C = \frac{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot R}{\ln\left(\frac{8R}{r}\right) - \frac{R}{\sqrt{R^2 + 0,25d^2}} \cdot K}, \quad (7)$$

де R — радіус кільця; r — радіус його проводу; d — відстань між центрами сусідніх кілець; K — повний еліптичний інтеграл першого роду; $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ (Ф/м) — діелектрична стала.

Система рівнянь (1, 2) містить 23 рівняння типу (1) та 21 рівняння типу (2) відносно невідомих $\dot{U}_1 \dots \dot{U}_{22}$ та $\dot{I}_1 \dots \dot{I}_{22}$ при заданій вхідній напрузі реактора $\dot{U}_{\text{вх}}$. Зі зростанням частоти ω індуктивні опори $X_L = \omega L$ збільшуються, а ємнісні опори $X_C = 1/\omega C$ зменшуються, що призводить до частотної залежності комплексного опору реактора $\dot{Z} = \frac{\dot{U}_{\text{вх}}}{\dot{I}_{\Sigma}}$, причому переважаючий

індуктивний характер опору реактора при низьких частотах замінюється на ємнісний при високих частотах ~ 1 МГц.

Запропоноване у [4] рішення дає змогу розділити взаємовплив індуктивних та ємнісних складових струмів у реакторі, що можна пояснити таким

чином: представимо умовно, що струм у витках $\dot{I} = \text{const} = 1e^{-j\frac{\pi}{2}}$ А. Умовна розрахункова частота $f = 10^6$ Гц. Використовуючи систему рівнянь (1), отримаємо розподіл напруги по витках реактора РЗ-600-0,25 [14], який представлений на рис. 3.

З рис. 3 видно, що напруга на витках реактора зростає від початкового значення $U_1 = 51,54$ В до максимального значення $U_{11} = U_{12} = 78,49$ В, а потім зменшується до $U_{22} = 51,54$ В.

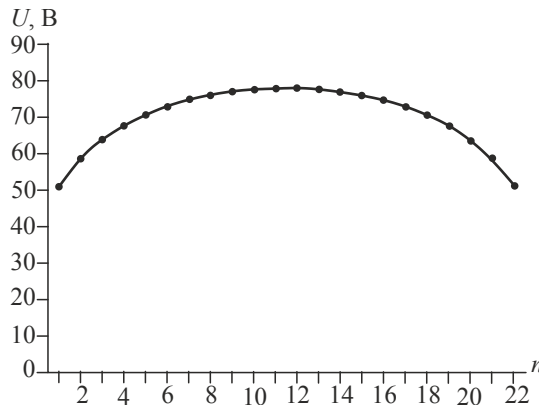


Рис. 3. Графік розподілу напруги по витках реактора залежно від номера витка n

За формулою (7) розраховуємо ємність $C_{11} = C_{12}$. «Необхідну» ємність інших витків розраховуємо за обернено пропорційними співвідношеннями згідно з розподілом напруги по витках рис. 3 (у проведених розрахунках приймаємо $\text{tg}\delta_1 = \dots \text{tg}\delta_i = \dots \text{tg}\delta_{22} = 0$). Одержаний необхідний розподіл ємностей по витках наведений на рис. 4.

Відповідне рис. 4 збільшення порівняно з $C_{11} = C_{12}$ ємностей може бути забезпечене приєднанням до реактора додаткових зосереджених ємностей (конденсаторів), профілюванням ізоляційного остова реактора [4] тощо.

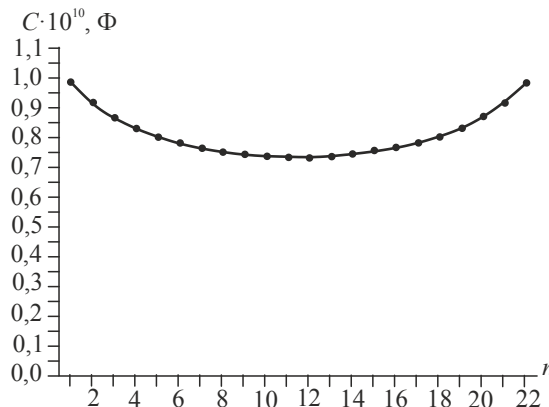


Рис. 4. Графік розподілу ємності по витках реактора залежно від номера витка n

У запропонованому випадку регулювання параметрів розглянутого реактора одержуємо розподілення напруги по витках, яке збігається з розподіленням по ємностях $C_1 \dots C_{22}$. При цьому індуктивні струми у витках є сталими і незалежними від ємнісних струмів реактора. Відносно ж розподілення напруги по витках реактора залишається незмінним при зміні частоти ω . Також незмінним зберігається розподілення «індуктивних» та ємнісних струмів у реакторі. Такий режим реактора в цілому можна визначити як «компенсований».

У подальшому, за допомогою [4] можливе розділення «індуктивних» та ємнісних струмів у реакторі, що дасть змогу реалізувати високостабільні

високовольтні високочастотні індуктивні котушки, а також покращити характеристики високочастотних загороджувачів.

Висновки

1. Розроблена система рівнянь високовольтного високочастотного реактора, що дає змогу визначати його характеристики з урахуванням ємності, індуктивності та взаємної індуктивності складових елементів.

2. Запропоновано принцип регулювання розподілення ємностей високо- частотного реактора, який забезпечує розділення індуктивних та ємнісних складових струмів у реакторі, а також відсутність їх взаємовпливу.

3. Одержані результати забезпечать можливість створення високостабіль- них високовольтних високочастотних індуктивних котушок, а також покращення характеристик високочастотних загороджувачів.

Література

1. *Рыжавский Г.Я.* Присоединение высокочастотных каналов к линиям высокого напряжения / Г. Я. Рыжавский. — Москва : Энергия, 1978. — 88 с.
2. *Микуцкий Г.В.* Выходная связь по линиям электропередачи: учебник / Г.В. Микуцкий, В. С. Скитальцев. — Москва : Энергия, 1977. — 2-е изд. — 440 с.
3. А. с. 1119182 СССР, МПК H04B3/54. Выходная заградитель / Райва А.П., Московское производственное объединение «Электрозавод» им. В.В. Куйбышева. — № 3475932; заявл. 23.07.82; опубл. 15.10.84, Бюл. № 38. — 4 с.
4. Пат. 106826 Україна, МПК H04B 3/54. Выходная заградитель / Бржезицкий В.О., Гаран Я.О., Лапоша М.Ю.; Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт». — № a201510741, заявл. 30.10.2015, опубл. 10.05.2016, Бюл. № 4. — 4 с.
5. *Бржезицкий В.О.* Розробка установки для випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіозавад / В.О. Бржезицкий, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва». — Харків, 2016. — № 1 (27). — С. 37—41.
6. *Бржезицкий В.О.* Регулювання електричного поля високовольтної котушки за допомогою профілювання діелектрика / В.О. Бржезицкий, М.Ю. Лапоша, І.М. Маслюченко, О.Р. Проценко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Т. 22, № 2. — С. 173—180.
7. *Иерусалимов М.Е.* Профилирование изоляционного остова высоковольтных делителей напряжения / М.Е. Иерусалимов, В.А. Бржезицкий, А.Р. Проценко, В.В. Захарченко // Сб. Изоляция высоковольтных электрофизических установок. — Томск, 1988. — С. 97—103.
8. *Бржезицкий В.А.* Выравнивание распределения напряженности электрического поля в элементах средств измерений высоких напряжений / В.А. Бржезицкий, О.С. Ильенко, Е.Г. Кузьмина, А.Р. Проценко и др. // Тезисы докл. респ. науч.-техн. конф. «Электрофизические и прикладные вопросы высоковольтных измерений». — Запорожье, 1990. — С. 24—25.
9. *Бржезицкий В.А.* Выходной широкополосный делитель напряжения с регулируемым распределением напряженности электрического поля / В.А. Бржезицкий, В.В. Захарченко, М.Е. Иерусалимов, А.Р. Проценко и др. // Тезисы докл. респ. науч.-техн. конф. «Электрофизические и прикладные вопросы высоковольтных измерений». — Запорожье, 18—20 сент. 1990. — С. 25—26.
10. Выходные заградители [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.energy.siemens.com/ru/pool/ru/Power-Transmission/Downloads/Line_trap_ru.pdf.
11. *Park B.* Faraday shields within a solenoidal coil to reduce sample heating: Numerical comparison of designs and experimental verification. / B. Park, T. Neuberger, A.G. Webb, D.C. Bigler, C. M. Collins // Journal of Magnetic Resonance. — 2010. — Vol. 202, № 1. — P. 72—77.

12. *Rainey J.M.* Estimation and measurement of flat or solenoidal coil inductance for radiofrequency NMR coil design / J.K. Rainey, S.J. DeVries, B.D Sykes // *Journal of Magnetic Resonance*. — 2007. — Vol. 187, № 1. — P. 27—37.
13. *Harpen M.D.* Analysis of capacitive coupling and associated loss for a solenoidal magnetic resonance imaging radio-frequency coil / M.D. Harpen // *Journal of Medical Physics*. — 1989. — Vol. 16, № 2. — P. 234.
14. РД 34.48.301 Временные руководящие указания по расчету, проверке и настройке высокочастотных заградителей ВЗ-600-0,25, ВЗ-1000-0,6 и ВЗ-2000-1,2. — Москва : Энергия, 1967. — 81 с.
15. *Геллер Б.* Импульсные процессы в электрических машинах / Б. Геллер, А. Веверка: пер. с англ. под ред. А.К. Лоханина, В.М. Погостина. — Москва : Энергия, 1973. — 439 с.
16. *Абрамов В.Б.* Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: навч. Посібник / В.Б. Абрамов, В.О. Бржезицький, О.Р. Проценко. — Київ : НТУУ «КПІ», 2015. — 218 с.
17. *Калантаров П.* Расчет индуктивностей: справочная книга / П.Л. Калантаров, Л.А. Цейтлин. — 3-е изд. — Ленинград : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. — 488 с.
18. *Иоссель Ю.Я.* Расчет электрической емкости / Ю.Я. Иоссель, Э.С. Качанов, М.Г. Струнский. — Ленинград : Энергия, 1981. — 288 с.

MODERNIZATION OF THE EXPERIMENTAL STAND FOR STUDYING THE DRYING PROCESS OF SINGLE DROPS OF LIQUID SYSTEMS

N. Sharkova, T. Turchyna, E. Zhukotskyy, L. Kostyanets

Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine

Key words:

*Experimental stand
Drop drying process
Digital temperature
recorder
Digital microscope*

Article history:

Received 12.05.2017
Received in revised form
08.06.2017
Accepted 19.06.2017

Corresponding author:

N. Sharkova
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of modernization of the experimental stand for the investigation of the drying process of liquid systems drops, which is based on the model of the “drop–steam–gas medium” system. The use of a digital temperature logger has ensured simultaneous recording of drop temperature in digital and graphical form in separate programs. A digital microscope provides the translation of a drop image onto a computer monitor and video recording of its drying process. Due to the software, the time for thermograms processing is reduced, and the kinetic characteristics of the drying process are obtained and analyzed. The use of digital technology and the software of the stand made it possible to raise the level of the research process, the quality of the scientific product and expand the prospects for further work.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-17

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ РІДИННИХ СИСТЕМ

Н.О. Шаркова, Т.Я. Турчина, Е.К. Жукотський, Л.О. Костянець

Інститут технічної теплофізики НАН України

У статті представлено результати модернізації експериментального стенду для дослідження процесу сушіння крапель рідинних систем, в основі якого закладено модель системи «крапля–парогазове середовище». Застосування цифрового реєстратора температури забезпечило одночасний запис температури краплі у цифровій і, відповідно, графічній формі в окремих програмах. Цифровий мікроскоп забезпечує трансляцію зображення краплі на монітор комп'ютера і відеозапис процесу її сушіння. За рахунок програмного забезпечення скорочується час на обробку термограм, отримання та аналіз кінетичних характеристик процесу сушіння. Застосування цифрової техніки та програмне забезпечення стенду забезпечило підвищення рівня дослідницького процесу, якість наукового продукту й розширення перспектив подальших досліджень.

Ключові слова: експериментальний стенд, крапля, процес сушіння, цифровий реєстратор температури, цифровий мікроскоп.

Постановка проблеми. Створення нових енергоощадних технологій отримання порошкових продуктів і матеріалів методом розпилювального сушіння й організація їх промислового виробництва мають ґрунтуватись на знаннях кінетичних закономірностей процесу сушіння розчинів і суспензій.

Для проведення досліджень закономірностей процесу сушіння розчинів або суспензій багатокомпонентних рідинних систем у відділі тепломасообміну в дисперсних системах ІТТФ НАН України понад 40 років тому були створені унікальні експериментальні стенди, описані в [1; 3; 6], що являють собою модель системи «крапля–парагазове середовище», серед яких стенд для зневоднення одиначної краплі у потоці нагрітого теплоносія.

Над створенням цих стендів та методики проведення досліджень працювали видатні вчені сучасності: академік НАН України А.А. Долінський та д.т.н. К.Д. Малецька з колективом талановитих інженерів-механіків Г.Г. Мосейчуком, Г.В. Шидловським та ін.

З роками широкі можливості цих стендів змогли оцінити вчені, аспіранти та практиканти з різних регіонів країн СНГ, Польщі та Чехії, які вчилися проводили дослідження й отримували новий науковий досвід.

На сьогодні дослідження все нових об'єктів розпилювального сушіння вимагає сучасного підходу до питань збереження та модернізації таких унікальних стендів і вдосконалення методики проведення досліджень та обробки отриманих експериментальних даних.

Мета статті полягає в модернізації і переоснащенні стенду для дослідження процесу сушіння одиначних крапель рідинних систем у потоці нагрітого теплоносія й апробації його роботи в нових умовах технічного та програмного забезпечення.

Викладення основних результатів дослідження. На рис. 1 представлена схема експериментального стенду для дослідження процесу сушіння одиначних крапель рідинних систем у потоці нагрітого теплоносія в переоснащеному вигляді.

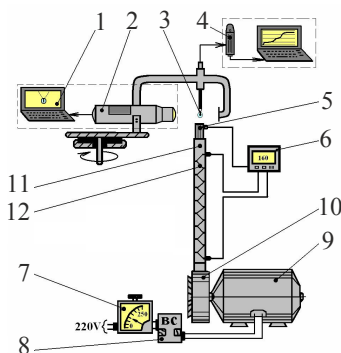


Рис. 1. Схема експериментального стенду для дослідження процесу сушіння одиначних крапель рідинних систем у потоці нагрітого теплоносія: 1 — монітор комп'ютера; 2 — цифровий мікроскоп; 3 — термопара для крапель; 4 — цифровий реєстратор температури краплі у комплекті з ПК; 5 — термопара контролю температури теплоносія; 6 — датчик-регулятор температури теплоносія; 7 — регулятор швидкості теплоносія; 8 — перетворювач струму; 9 — двигун; 10 — вентилятор; 11 — кварцева аеродинамічна труба; 12 — електронагрівач

Як показано на рис.1, проведена заміна кінокамери з чорно-білою кіноплівкою, обробка якої вимагала значних трудовитрат з її проявлення та визначення динаміки змінення розмірів крапель у процесі сушіння на спеціально призначеному для цього проекторі, на сучасний цифровий мікроскоп (2), функціональне призначення якого таке:

а) трансляція зображення спаю термопар (3) з краплею на монітор ПК (1) під час проведення різних операцій:

- навішування краплі на спай термопар;
- зневоднення краплі з усіма деформаційними проявами у стадії кипіння;
- вивчення стану висушеної частки на наявність термопластичних та адгезійних властивостей у потоці теплоносія і після її охолодження;
- видалення висушеної частки зі спаю термопар, очищення її і підготовка до наступного досліджу;

б) проведення відеозйомки краплі у процесі сушіння і збереження відеоматеріалів на ПК.

Замість застарілого потенціометра, де запис термограм здійснювався на паперовій стрічці, яка вимагала трудомісної обробки та масштабування термограм вручну, на стенді встановлений цифровий реєстратор температури краплі (4), функціональне призначення якого таке:

а) автоматичний запис і накопичення цифрової інформації про змінення температури краплі в процесі її висушування;

б) завантаження збережених даних на ПК через USB-інтерфейс і спеціально розроблене програмне забезпечення, що працює від Windows 98, 2000, XP, Vista 7;

в) роздрукування або експонування збережених даних в інші додатки.

Для контролю температури теплоносія на виході з кварцової труби встановлено термопару (5), дані з якої передаються на датчик-регулятор (6). Решта стендового обладнання — у робочому стані і залишилась без змін.

Методика опрацювання отриманих даних за нових умов проведення досліджень передбачає, що відбір термограм проводиться після визначення того обсягу цифрових даних, в межах якого у файлі Datalogger Document спочатку вивчається характер термограм. Потім здійснюється розгортання, форматування у єдиному масштабі й роздрукування обраних термограм на паперовому носії для зручності їх чисельної обробки. За числовими даними, отриманими в результаті обробки термограм, у програмі Microsoft Excel будуються кінетичні залежності швидкості прогрівання крапель, тривалості окремих стадій процесу сушіння крапель та загального часу їх сушіння. За умов комп'ютерного масштабування та форматування підвищується точність порівняльного аналізу кінетичних характеристик процесу сушіння.

Апробація роботи переоснащеного стенду та корегування методики проведення досліджень проводились на розчинах крохмальної патоки ИГ-30, різного вмісту сухих речовин при температурах теплоносія: 140, 160, 180 і 200° С.

На рис. 2 представлено термограму сушіння краплі 45-відсоткового розчину крохмальної патоки ИГ-30 з визначеними критичними точками $T_{кр2}$ і $T_{кр3}$, які поділяють термограму на окремі стадії. Як показав аналіз отриманих термограм, за їх характером перебіг процесу сушіння крапель крохмальної

патоки відбувається у другому високотемпературному періоді — періоді падаючої швидкості сушіння, який складається з трьох стадій:

- стадії кіркутворення — відрізок термограми від початку прогрівання краплі до точки $T_{кр2}$;
- стадії кипіння — відрізок термограми $T_{кр2} — T_{кр3}$;
- стадії досушування — відрізок термограми від точки $T_{кр3}$ до виходу температури краплі на постійне значення $T_k \approx T_n \approx \text{const}$.

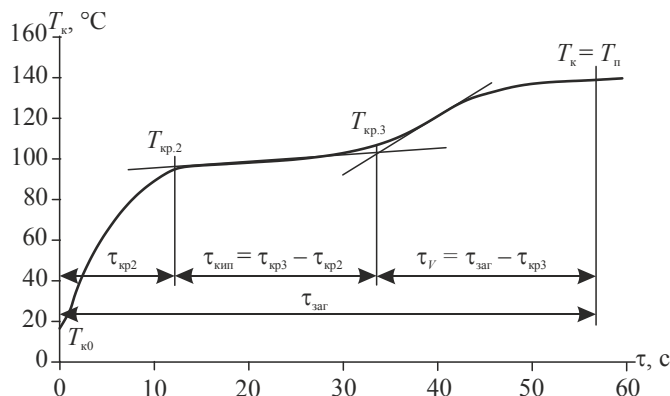


Рис. 2. Термограма сушіння краплі 45-відсоткового розчину крохмальної патоки у потоці нагрітого до температури 140°С теплоносія

Згідно з класифікацією матеріалів як об'єктів сушіння методом розпилювання [3], розробленої на основі кінетичних закономірностей процесу сушіння великої кількості різноманітних розчинів і суспензій, такий продукт відноситься до групи матеріалів III-3, для яких характерне:

- роздування крапель у стадії кипіння;
- подовження тривалості стадії досушування;
- отримання пустотних часток з розмірами більшими за початкові.

За результатами обробки термограм були отримані кінетичні залежності швидкості прогрівання крапель, відносної тривалості окремих стадій і загального часу їх сушіння від температури теплоносія та концентрації сухих речовин, що наведені на рис. 3 та 4.

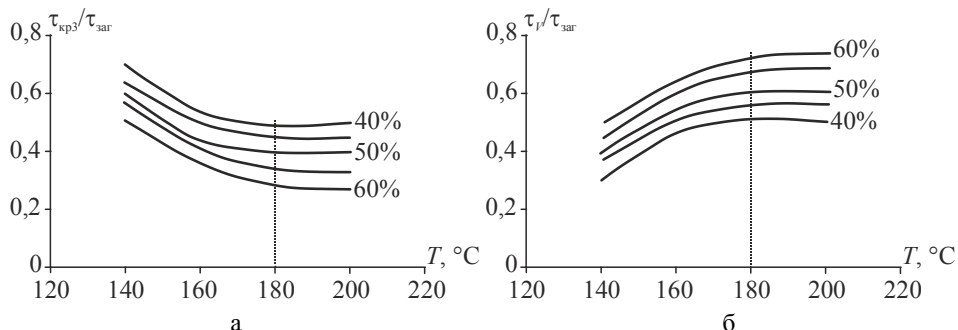


Рис. 3а,б. Кінетичні залежності, що характеризують вплив температури на процес сушіння крапель розчинів крохмальної патоки: а) відносної тривалості зневоднення краплі до точки $T_{кр3}$; б) відносної тривалості стадії досушування

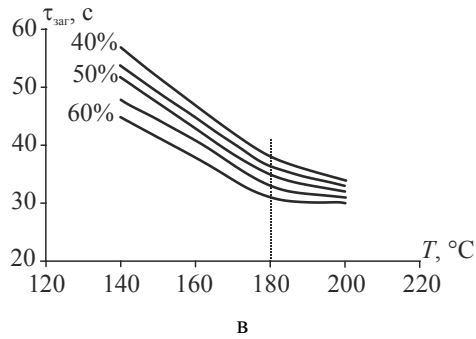


Рис. 3в. Кінетичні залежності, що характеризують вплив температури на процес сушіння крапель розчинів крохмальної патоки: в) загального часу сушіння

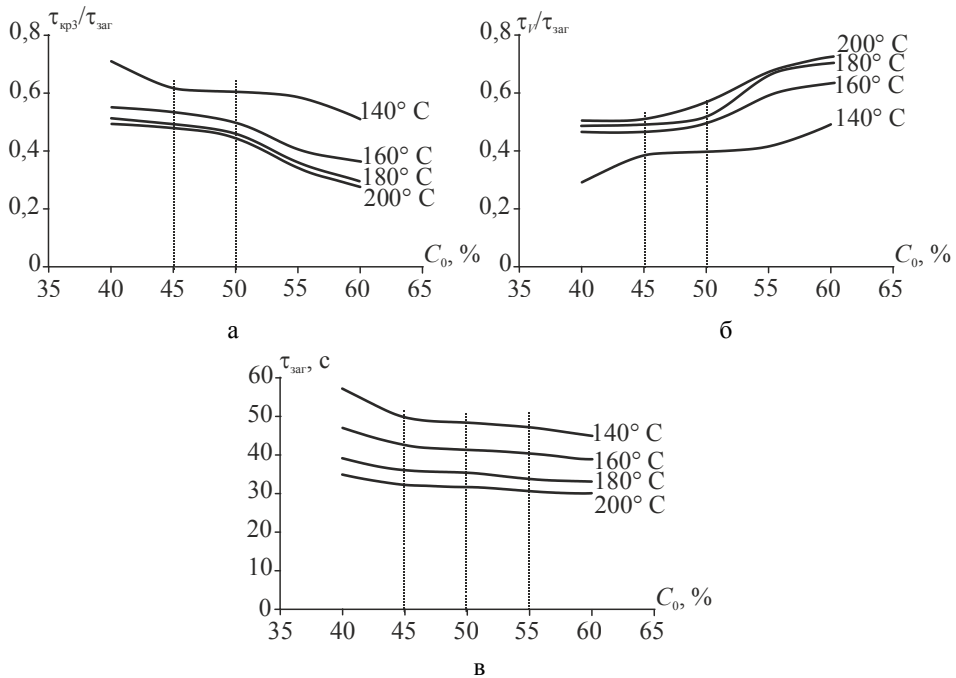


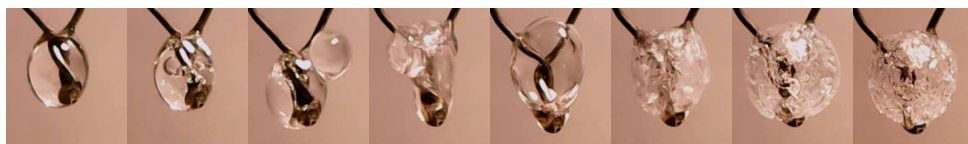
Рис. 4. Кінетичні залежності, що характеризують вплив вмісту сухих речовин на процес сушіння крапель розчинів крохмальної патоки: а) відносної тривалості зневоднення краплі до точки $T_{\text{кр3}}$; б) відносної тривалості стадії досушування; в) загального часу сушіння

Аналіз кінетичних залежностей, що характеризують вплив температури теплоносія на процес сушіння крапель розчинів крохмальної патоки, показує, що кращі умови для їх висушування досягаються при температурі теплоносія 180°C : тривалість процесу зневоднення до точки $T_{\text{кр3}}$ (рис. 3а) більше не скорочується, а стадії досушування (рис. 3б) — не збільшується, скорочення загального часу сушіння (рис. 3в) вже не відбувається.

Аналізуючи кінетичні залежності, що характеризують вплив вмісту сухих речовин на процес сушіння крапель патоки, можна стверджувати, що кращі

умови для їх висушування досягаються при вмісті сухих речовин у розчині $\leq 50\%$. При більшій концентрації зростає опір процесу вологопереносу з боку поверхневої кірочки, що призводить до скорочення тривалості процесу зневоднення крапель до $T_{кр3}$ (рис. 4а) і збільшення тривалості стадії їх досушування (рис. 4б) за відсутністю впливу на загальний час сушіння (рис. 4в).

Для вивчення формо- та структуроутворення часток у процесі сушіння проводились візуальні спостереження та відеозйомка. На кінограмах сушіння крапель крохмальної патоки (рис. 5) при температурі теплоносія 140°C спостерігається багаторазове періодичне миттєве роздування крапель у стадіях кипіння та досушування, що обумовлює отримання часток порожнистої структури і більших за початкові розмірів, що збільшує ймовірність отримання при такій температурі теплоносія порошку з низькою насипною густиною.



а



б

Рис. 5. Кінограми процесу сушіння крапель розчину крохмальної патоки ИГ-30 з вмістом сухих речовин 45% при температурі теплоносія а) 140°C ; б) 180°C

Збільшення насипної густини порошку і покращення його структурно-механічних характеристик можна досягти при температурі теплоносія $180\text{—}200^\circ\text{C}$, де, як видно з кінограм (рис. 5б), висушені частки мають більш щільну структуру, а розміри їх менші за початкові.

При виборі конструкції розпилювальної сушарки важливо знати, у якому стані перебувають висушені частки на виході з факелу розпилу в пристінній зоні сушильної камери. Як показали дослідження за допомогою цифрового мікроскопа, у потоці нагрітого теплоносія частки з 45-відсоткового розчину, висушені при температурі 140°C , при торканні металевим щупом (рис. 6а) були достатньо твердими з гладкою поверхнею, при зондуванні — пружними з ознаками незначної деформації і відсутності адгезійних властивостей.

Частки, отримані з 60-відсоткового розчину, не проявляли адгезійних ознак. Однак при зондуванні мали місце викиди бульбашок водяної пари (рис. 6б), що не припустимо через підвищення ймовірності погіршення структурно-механічних характеристик порошку, оскільки наявність вологи у частках призводить до агломерації та грудкування через когезійні явища при зберіганні такого порошку.



Рис. 6. Дослідження фізичного стану часток крохмальної патоки, висушених при температурі 140° С з розчинів: а) $C_0 = 45\%$; б) $C_0 = 60\%$

Частки патоки, висушені при температурі 160—200° С, незалежно від вмісту сухих речовин, проявляли термопластичні й адгезійні властивості (рис. 7).

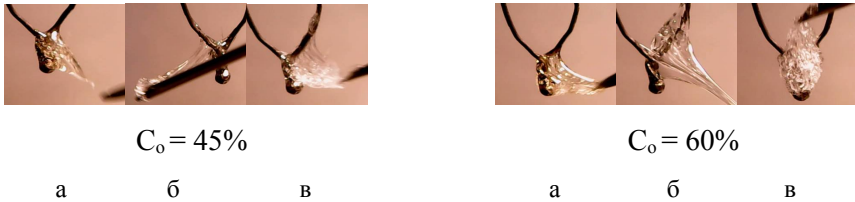


Рис. 7. Дослідження термопластичних та адгезійних властивостей часток крохмальної патоки, висушених при температурі теплоносія: а) 160° С; б) 180° С; в) 200° С

Встановлено, що при охолодження всі частки незалежно від вмісту сухих речовин і температури теплоносія, при якій вони висушувались, різко ставали скловидними, майже прозорими, з твердою й міцною структурою і гладкою поверхнею, що має враховуватись при виборі конструкції розпилювальної сушарки для промислового виробництва сухої форми крохмальної патоки.

Висновки

Апробація роботи модернізованого стенду для дослідження процесу сушіння одиничних крапель у потоці нагрітого теплоносія, яка проводилась на розчинах крохмальної патоки, показала, що застосування сучасної цифрової техніки та програмного забезпечення дають змогу підвищити рівень дослідницького процесу, якість наукового продукту й розширити перспективи подальших досліджень.

Література

1. Долинский А.А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий. — Киев : Наукова думка. — 1984. — 320 с.
2. Brinkhorsta S. Experimental and numerical investigation of the cavitation-induced choked flow in a herschel venturi-tube / S. Brinkhorsta, E. von Lavantea, G. Wendtb // Flow Measurement and Instrumentation. — 2017. — Vol. 54 — P. 56—67.
3. Долинский А.А. Кинетика и технология сушки распылением / А.А. Долинский, К.Д. Малецкая, В.В. Шморгун. — Київ : Наукова думка, 1987. — 224 с.
4. Yegin B. Lipid nanocapsule size analysis by hydrodynamic chromatography and photon correlation spectroscopy // B. Yegin, A. Lamprecht // International Journal of Pharmaceutics. — 2006. — № 320. — P. 165—170.
5. Henk G. Merkus. Particle Size Measurements. Fundamentals, Practice, Quality. — Springer, 2009. — 533 p.
6. Долинский А.А. Распылительная сушка: В 2-х т. Т. 1 Теплофизические основы. Методы интенсификации и энергосбережения / А.А. Долинский, К.Д. Малецкая. — Киев : Академперіодика, 2011. — 376 с.

INFLUENCE OF ENZYME PREPARATIONS ON COLLOID RESISTANCE OF BEER

V. Kosheva, T. Misyura, N. Popova

National University of Food Technologies

Key words:

*Enzymes
Hydrolysis
Colloid firmness
Proteins
Fermentation*

Article history:

Received 15.05.2017
Received in revised form
14.06.2017
Accepted 28.06.2017

Corresponding author:

V. Kosheva

E-mail:

npuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-18

ABSTRACT

The article presents the results of the study of the influence of enzyme preparations on the colloidal stability of beer, provided that they are introduced in various concentrations, at different stages of the process and to improve the technology of production of beer resistant to colloidal clouding by the use of enzyme preparations of proteolytic action. The values of the parameters providing the optimal value for the predicted stability of the finished product are determined, as well as the factors that will enable to accelerate the technological cycle of production and to receive the finished products with high indicators of colloidal stability.

ВПЛИВ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА КОЛОЇДНУ СТІЙКІСТЬ ПИВА

В.М. Кошова, Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати дослідження впливу ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива за умови внесення їх в різних концентраціях, на різних стадіях процесу та вдосконалення технології виробництва пива, стійкого до колоїдного помутніння шляхом застосування ферментних препаратів протеолітичної дії. Встановлено значення параметрів, що забезпечують оптимальне значення показника прогнозованої стійкості готової продукції, та фактори, що дадуть змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості.

Ключові слова: ферменти, гідроліз, колоїдна стійкість, білки, бродіння.

Постановка проблеми. Шлях України до Всесвітньої торговельної організації (ВТО) призвів до підвищення частки імпортованого пива майже вдвічі порівняно з 2008 роком, тому для економіки України важливим є підвищення колоїдної стійкості цього напою. Значна частина речовин пива, які зумовлюють його характерні риси: смак, прозорість, здатність до піноутворення, ігристість тощо, перебуває в колоїдному стані [1; 4; 5].

Основними чинниками, що впливають на утворення колоїдного помутніння пива, є температура, час зберігання, перемішування, дія світла, загальний вміст колоїдних речовин у пиві, вміст кисню і важких металів. Вважається, що основними речовинами, що викликають утворення колоїдного помутніння в пиві є білки та поліфеноли, тому необхідно зменшити вміст однієї з цих груп речовин.

Способи, що забезпечують колоїдну стійкість пива, можна умовно поділити на три групи: хімічні, адсорбційні, ферментативні. Ми зупинились на ферментативних, тобто на застосуванні протеаз, які руйнують високомолекулярні поліпептиди [1; 2; 5].

Мета статті: дослідити, яким чином ферментні препарати (ФП) впливають на колоїдну стійкість пива та безпосередньо на органолептичні показники готової продукції, визначити на яких стадіях технологічного процесу та в яких дозах введення ферментних препаратів дає максимальну стійкість пива.

Викладення основних результатів дослідження. Дослідження проводились на базі виробничої лабораторії пивзаводу. Були застосовані ферментні препарати зарубіжного виробництва, що задаються на різних стадіях процесу (Brewers Clarex, Profix 6500).

Пивне сусло в лабораторних умовах зброджувалося в мікробіологічних пляшках ємністю 1 дм³, попередньо простерилізованих на водяній бані. Ферментні препарати вносились мікропіпеткою, Brewers Clarex задавали на початку головного бродіння, Profix 6500 — перед пастеризацією. Як контрольний зразок зброджувалося аналогічне пивне сусло, в яке ФП не вносилися на жодній стадії технологічного процесу.

Головне бродіння для всіх дослідних зразків проводилося в термостаті при температурі 14° С протягом 7 діб. Доброджування та дозрівання проводилось при температурі 0° С. Для контрольного зразка тривалість доброджування складала 7 діб, для зразків з ФП Brewers Clarex — 5 діб. Перед пастеризацією вводився ФП Profix 6500. Пиво пастеризували при $t = 72^{\circ}\text{C}$ протягом 3 хвилин.

Усі зразки були проаналізовані на вміст речовин, що є попередниками утворення колоїдного помутніння та показників, що обумовлюють його стійкість.

Для того щоб обрати оптимальні дози ФП, в дослідні зразки вводилися рекомендовані дози (встановлені інструкцією) з рівноважним відхиленням в меншу та більшу сторону.

Перед початком головного бродіння в пивне сусло вводився ФП Brewers Clarex у концентраціях, відповідно, 0,150, 0,175 та 0,200 г/дал сусла. Після закінчення фільтрування пива у відповідні зразки окремо вводився ФП Profix 6500 в кількості 0,2 і 0,3 г/дал пива. Отримані результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Показники колоїдної стійкості дослідних зразків

Показники	Контроль	Концентрація Brewers Clarex, г/дал								
		0,150			0,175			0,200		
		Без добавок	+ 0,2 г/дал Profix	+ 0,3 г/дал Profix	Без добавок	+ 0,2 г/дал Profix	+ 0,3 г/дал Profix	Без добавок	+ 0,2 г/дал Profix	+ 0,3 г/дал Profix
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Загальнорозчинний азот, мг/100 см ³	84,50	82,00	79,40	78,50	75,10	74,60	74,30	74,80	72,00	70,80

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Коагульований азот, мг/100 см ³	1,40	1,38	1,32	1,28	1,36	1,35	1,28	1,29	1,18	0,93
Азот осаджений MgSO ₄ , мг/100см ³	15,90	13,90	13,40	13,60	13,30	13,20	12,60	12,80	13,00	11,70
Поліфенольні речовини, мг/дм ³	266,00	260,00	263,00	261,00	258,00	260,00	258,00	254,00	257,00	255,00
Межа осадження сульфатом амонію, см ³ /100см ³	10,00	14,00	12,00	12,00	16,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00
Мутність, ЕВС	0,47	0,37	0,34	0,34	0,36	0,34	0,30	0,32	0,32	0,31
Дегустаційна оцінка пива, бали	21,6 (залишкова гіркота)	21,6 (хороший смак, аромат)	21,6 (пустуватий смак)	22,60	23,00	23,20 (хороший смак, аромат)	22,70	22 (окислений аромат)	22,30	21,90 (пустуватий смак)
Прогнозована стійкість, місяців	2,16	2,40	2,78	2,89	3,21		3,44	3,22	3,19	3,08

Як видно з табл. 1, із збільшенням концентрації ФП Brewers Clarex з 0,150 до 0,200 г/дал зменшується вміст азотистих речовин, які є попередниками утворення колоїдного помутніння, мутність пива зменшується в допустимих межах.

На рис. 1 показаний вплив способу обробки досліджуваних зразків пива ФП на показник прогнозованої стійкості готової продукції у місяцях.

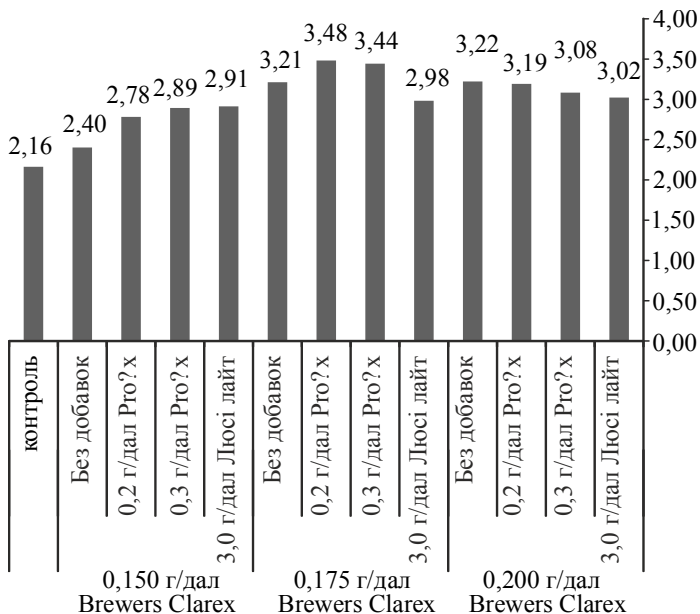


Рис. 1. Вплив способу обробки досліджуваних зразків пива ферментними препаратами на показник прогнозованої стійкості готової продукції

З рис. 1 можна зробити висновок, що при поєднанні ФП Brewers Clarex та Profix 6500 у кількості, відповідно, 0,175 та 0,200 г/дал, досягається оптимальний результат.

Це обумовлено максимальним значенням показника для дослідного зразка № 7, яке становить 3,48 місяця, що на 38% перевищує стійкість, визначену для контрольного зразка.

На рис. 2 показана залежність вмісту коагульованого азоту в дослідних зразках пива від способу обробки ФП.

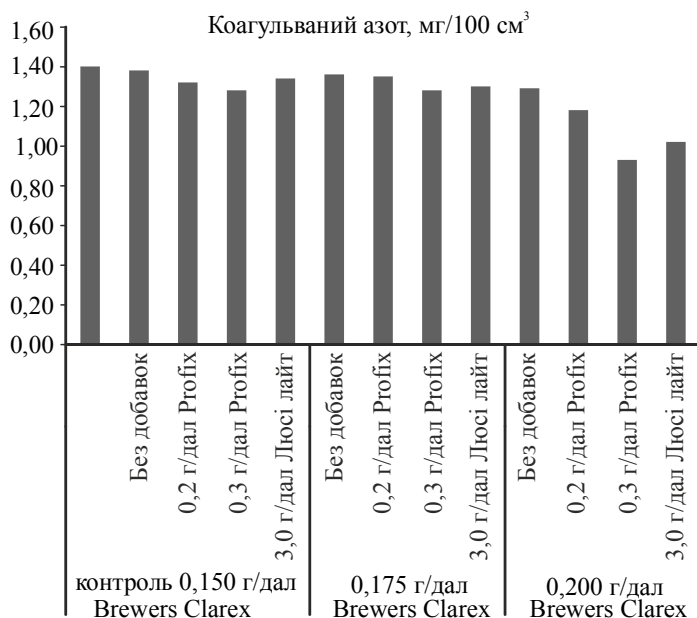


Рис. 2. Залежність вмісту коагульованого азоту в дослідних зразках пива від способу обробки ферментними препаратами

Як видно з рис. 2, вміст коагульованого азоту при застосуванні ФП Brewers Clarex в кількості 0,2 г/дал в поєднанні з іншими стабілізуючими засобами значно знижується, а це може призвести до погіршення піностійкості готової продукції (зразки 12 і 13). Потрібно враховувати, що нормативне значення складає 1,0—1,5 мг/100 см³ для світлого пива [3], тому оптимальною дозою ФП Brewers Clarex є 0,175 г/дал пива.

На рис. 3 показаний вплив способу обробки досліджуваних зразків пива ФП на показник мутності. На основі показника мутності можна зробити висновок, що всі дослідні зразки знаходяться в межах оцінки «добре».

Результатом проведених досліджень є рекомендації щодо застосування ФП у співвідношенні 0,175 г/дал Brewers Clarex (задавати перед зброджуванням і дозріванням) і 0,2 г/дал Profix 6500 (перед розливом). Таке дозування дасть змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості.

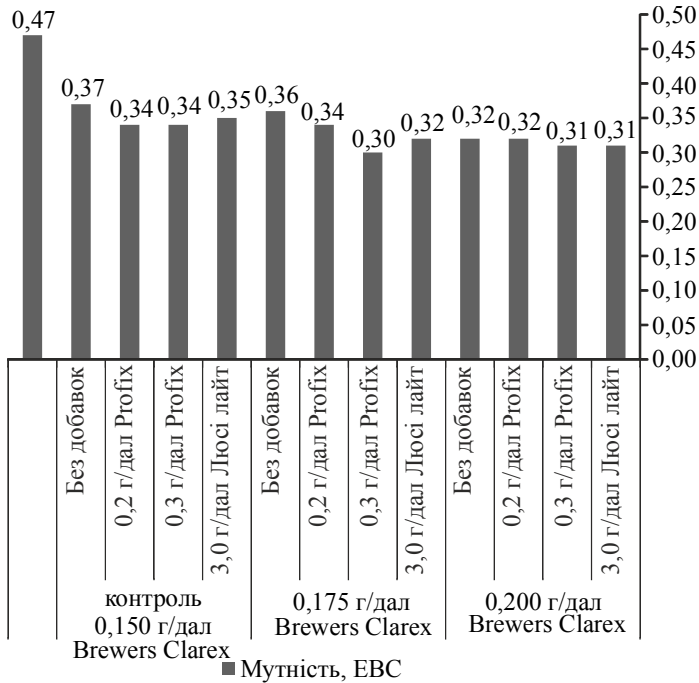


Рис. 3. Вплив способу обробки досліджуваних зразків пива ферментними препаратами на показник мутності пива

Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників готового пива (контроль і рекомендований зразок) наведена в табл. 2, з якої видно, що коли збільшується колоїдна стійкість, зменшується загальний і коагульований азот, кількість поліфенольних речовин і антоціаногенів, які також беруть участь у колоїдному помутнінні.

Таблиця 2. Порівняльна фізико-хімічна характеристика пива

Показники пива	Значення показників у контрольному зразку	Значення показників у дослідному зразку за умови внесення 0,175 г/дал Brewers Clarex та 0,2 г/дал Profix
1	2	3
Масова частка сухої речовини в початковому суслі, %	12,00	12,00
Колір пива, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	0,69	0,65
Активна кислотність (рН)	4,6	4,4
Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину лугу на 100 см ³ пива	2,8	2,6
Кінцева ступінь зброджування, %	84,3	85,2
Фактична ступінь зброджування	83,1	84,3
Різниця між КСЗ та ФСЗ, %	1,2	0,9
Дійсний екстракт, %	5,04	4,68
Видимий екстракт, %	2,38	2,17

1	2	3
Недоброд, %	0,19	0,18
Загальний азот, мг/100 см ³	84,5	74,6
Коагульований азот, мг/100 см ³	1,4	1,35
Азот, осаджений MgSO ₄ , мг/100 см ³	15,9	13,2
Поліфенольні речовини, мг/дм ³	266	260
Антоціаногени, мг/100 дм ³	93,8	84,1

Висновки

1. Оптимальне значення показника прогнозованої стійкості готової продукції досягається при поєднанні ФП Brewers Clarex та Profix 6500 у кількості, відповідно, 0,175 та 0,2 г/дал.

2. Застосування ферментних препаратів у співвідношенні 0,175 г/дал Brewers Clarex (перед зброджуванням і дозріванням) і 0,2 г/дал Profix 6500 (перед розливом) дасть змогу прискорити технологічний цикл виробництва, отримати готову продукцію з високими показниками колоїдної стійкості.

3. Встановлено, що при збільшенні колоїдної стійкості зменшується загальний і коагульований азот, кількість поліфенольних речовин і антоціаногенів.

Література

1. *Купце В.* Технология солода и пива. Перевод с нем. — Санкт-Петербург, издательство «Профессия», 2003. — 912 с.
2. *Ермолаева Г.А.* Повышение стойкости пива / Г.А. Ермолаева // Пиво и напитки. — 2003. — № 3. — С. 10—11.
3. *Царьков Д.А.* Повышение стойкости пива / Д.А. Царьков, Д.В. Карпенко, Е.В. Казьмина // Пиво и напитки. — 2006. — № 5. — С. 26—27.
4. Пиво. Загальні технічні умови: ДСТУ 3888 — 2015 [Чинний від 01.01.2017]. — Київ: Приватне акціонерне товариство «Українська галузева компанія по виробництву пива, безалкогольних напоїв та мінеральних вод «УКРПІВО».
5. *Nelson R., Ithle S., Lewis L. et. al.* Trends in food science and technology // Amer. Vet. Res. — 2001. — Vol. 52, № 12. — P. 2060—2066.

УДК 665.1

CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF TRIACYLGLYCEROL COMPOSITION OF INTERESTERIFIED LIQUID VEGETABLE OILS

N. Sytnik, I. Demidov, V. Mazaeva, V. Golodnyak

*Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

Key words: <i>Fat</i> <i>Interesterification</i> <i>Gas-liquid</i> <i>chromatography</i> <i>Fatty acid composition</i> <i>Triacylglycerol</i> <i>composition</i> Article history: Received 06.05.2017 Received in revised form 27.05.2017 Accepted 14.06.2017 Corresponding author: N. Sytnik E-mail: npnuht@ukr.net	ABSTRACT The article presents the results of research on the development of a method for the determination of interesterified oils and fats based on the experimental determination of the acylglycerol composition of primary and interesterified fatty raw materials, as well as theoretical calculations of the statistically equilibrium acylglycerol composition and statistical processing of the obtained data. On the basis of the obtained results, a criterion for identifying interesterified oils was determined. The method of measurement is developed, which makes it possible to distinguish between interesterified oils from unperpetrified ones, as well as to evaluate the characteristics of the error and uncertainty of the measurement methodology. The chromatographic methods of measuring fatty acid and triacylglycerol composition of experimental oils are used. The algorithm and the methodology of preparation of the initial raw material for experimental interesterification have been developed, as well as experimental researches have been carried out on the choice of regimes and conditions for conducting oil interesterification for the purpose of the methodology.
--	--

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-19

ХРОМАТОГРАФІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛЬНОГО СКЛАДУ ПЕРЕЕТЕРИФІКОВАНИХ РІДКИХ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Н.С. Ситнік, І.М. Демидов, В.С. Мазасва, В.О. Голодніак

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів
Національної академії аграрних наук України*

У статті представлено результати досліджень з розробки методики визначення переетерифікованих олій і жирів, що базується на експериментальному визначенні ацилгліцерольного складу початкової та переетерифікованої жиркової сировини, а також теоретичних розрахунках статистично рівноважного ацилгліцерольного складу й статистичній обробці одержаних даних. На підставі одержаних результатів визначено критерій ідентифікації переетерифікованих олій. Розроблено методику виконання вимірювань, яка дає змогу відрізнити переетерифіковані олії від неперетерифікованих, а також оцінити

характеристики похибки та невизначеності методики виконання вимірювань. Застосовано хроматографічні методи вимірювання жирнокислотного та триацилгліцерольного складу дослідних олій. Розроблено алгоритм і методику підготовки початкової сировини до дослідного переетерифікування, а також виконано експериментальні дослідження вибору режимів і умов проведення переетерифікування олій для цілей методики.

Ключові слова: жир, переетерифікування, газорідинна хроматографія, жирнокислотний склад, триацилгліцерольний склад.

Постановка проблеми. Переетерифікування являє собою процес, під час якого відбувається перегрупування жирних кислот всередині молекул і між молекулами ацилгліцеролів одного жиру або сумішей різних жирів. Цей процес є одним із найбільш поширених методів модифікації олій і жирів, завдяки якому здійснюється виробництво жировмісних продуктів із потрібними фізико-хімічними й органолептичними властивостями, обмеженим вмістом трансізомерів жирних кислот, продукції з підвищеною якістю [1—3]. Так, додавання переетерифікованих жирів до жирової основи маргарину істотно покращує технологічні характеристики продукту, дає змогу на 15% знизити питому витрату гідрованих жирів на виробництво маргаринової продукції та підвищити її харчову цінність, стабільність при зберіганні та використанні [4]. Сьогодні приділяється багато уваги контролю якості та безпечності харчових продуктів. Особлива увага приділяється сучасним високоточним методам дослідження, зокрема, з використанням газорідинної хроматографії [5; 6]

У сучасних умовах актуальним є завдання унеможливити ввезення переетерифікованих жирів (олій) на митну територію України під виглядом натуральних жирів (олій), тобто без зміни хімічного складу. Основними методами контролю є порівняння температур плавлення та визначення відсоткового вмісту твердих триацилгліцеролів (ТТГ) [4]. Але жирнокислотний склад початкового та переетерифікованого жирів не відрізняється, а для деяких жирів дуже мало відрізняються і їхні фізико-хімічні властивості, тому цей метод не є досконалим у даному випадку. Більш надійним способом відрізнити переетерифікований жир від непереетерифікованого може стати порівняння їх ацилгліцерольного складу, зміна якого в результаті переетерифікування може супроводжуватися як зростанням, так і зниженням температури плавлення.

У [7] досліджено ацилгліцерольний склад шести зразків олій: соняшникової, соняшникової високоолеїнової, соєвої, ріпакової, пальмової олії та пальмового олеїну. Визначено, що ацилгліцерольний склад непереетерифікованих олій суттєво відрізняється від статистично рівноважного ацилгліцерольного складу, наближення до якого спостерігається під час переетерифікування. Одержані дані свідчать про принципову можливість розробки методики ідентифікації переетерифікованих олій і жирів, заснованої на порівнянні триацилгліцерольного складу початкових та переетерифікованих зразків.

У [8] досліджено зміну триацилгліцерольного складу пальмового олеїну початкового, переетерифікованого та переетерифікованого повторно. Визначено, що зміна триацилгліцерольного складу пальмового олеїну відбувається у значно більшій мірі після першого переетерифікування, ніж після другого.

У результаті переестерифікування олій і жирів відбувається наближення триацилгліцерольного складу до статистично рівноважного, при цьому статистично рівноважний склад не змінюється під час наступних процесів переестерифікування. Дане твердження розглянуто та доведено для пальмової олії [5]. Це стало підставою для дослідження інших видів жирової сировини з іншим жирнокислотним складом.

Теоретичні уявлення щодо методу. Кількісний склад триацилгліцеролів, які утворюються в процесі переестерифікування, а також розподілення жирних кислот між триацилгліцеридами поступово наближується до статистично розрахованого [1]. Таким чином, якщо молекулярний склад жирних кислот у переестерифікованому жирі відомий, то склад триацилгліцеролів, утворених при досягненні рівноваги реакції статистичного переестерифікування, може бути визначений математичним шляхом. Під час переестерифікування жирових сумішей для одержання жирів із заданими властивостями, керуючись співвідношенням:

$$(a + b + c + d + \dots + p)^3 = 1, \quad (1)$$

де $a, b, c, d, \dots, p$ — молярні частки жирних кислот, що входять до складу триацилгліцеролів даного жиру, можна розрахувати рівноважний триацилгліцерольний склад, виходячи з жирнокислотного складу сумішей, які після переестерифікування утворюють жири із бажаним триацилгліцерольним складом, температурою плавлення і твердістю, що, у свою чергу, має винятково важливе практичне значення для виробництва жирів з заданими фізико-хімічними властивостями. Рівноважний триацилгліцерольний склад олій не змінюється при їх наступних переестерифікуваннях та теоретично може бути розрахований при відомому жирнокислотному складі за допомогою формули (1).

Спочатку визначають жирнокислотний склад олії та її ТАГ-склад за допомогою газової хроматографії, потім виконується процес переестерифікування олії, після чого знову визначається її ТАГ-склад. Виконується оцінювання різниці в ацилгліцерольному складі початкової та переестерифікованої проб і на підставі цього роблять висновок щодо походження зразка олії. Якщо після наступних переестерифікувань ТАГ-склад не змінюється, це є підставою вважати, що початкова олія була переестерифікованою. Результати вимірювань вмісту ТАГ після першого та другого переестерифікування виконувалися як незалежні вимірювання. Тому для зіставлення результатів вимірювань цілком можливо застосувати правило розрахунку загальної похибки для незалежних випробовувань, які мають похибки вимірювань, відповідно, Δ_1 та Δ_2 :

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}. \quad (2)$$

Оскільки вимірювання виконувалися за однією і тією ж методикою, то виходячи з цього обидва результати мають одну і ту ж похибку:

$$\Delta_m = \Delta_1 + \Delta_2, \quad (3)$$

де Δ_m — похибка вимірювань методики вимірювань для кожного окремого ТАГ відповідно до діапазону вимірювань. Тоді $\Delta = 1,41 \cdot \Delta_m$.

На підставі того, що для переетерифікованої олії друге переетерифікування не змінює триацилгліцерольний склад, критерієм ідентифікації переетерифікованої олії є умова знаходження результатів обох вимірювань у межах похибки двох незалежних вимірювань, тобто якщо виконується співвідношення

$$-\Delta < (x_1 - x_2) < \Delta, \quad (4)$$

то початкова олія є переетерифікованою. В разі, якщо це співвідношення не виконується — початкова олія не є переетерифікованою.

Мета дослідження: розробка методики визначення переетерифікованих олій і жирів, що базується на експериментальному визначенні ацилгліцерольного складу початкової та переетерифікованої жирової сировини, а також теоретичних розрахунках статистично рівноважного ацилгліцерольного складу й статистичній обробці одержаних даних

Матеріали і методи. У дослідженні використано такі модельні об'єкти: олія соняшникова низькоолеїнова, олія соняшникова високоолеїнова, олія соєва, олія ріпакова. Дослідне переетерифікування олій проведено у лабораторних умовах за температури 115° С, тривалість — 1,5 год в умовах вакууму за наявності каталізатора (натрію метилат у кількості 0,235%). Триацилгліцерольний склад олій визначено з використанням газового хроматографа HewlettPackard HP-6890. Вміст кожного компонента визначали як відсоткове відношення площини піку індивідуального триацилгліцеролу до сумарної площини всіх триацилгліцеролів.

Результати і обговорення. На підставі отриманих результатів вимірювань проведено розрахунки похибки вимірювань і побудовано графічні залежності, що являють собою співвідношення розходження та похибки вимірювань. Результати досліджень наведено на рис. 1—4, де x_0 — триацилгліцерольний склад початкової жирової сировини; x_1 — триацилгліцерольний склад жирової сировини після першого переетерифікування; x_2 — після повторного переетерифікування. На представлених графічних залежностях вісь абсцис представляє триацилгліцероли: 1 — PPS, 2 — POP, 3 — PLP, 4 — POS, 5 — PLS, 6 — POO, 7 — PLO, 8 — PLL, 9 — PLLn, 10 — OOO+SLS, 11 — SLO, 12 — OOL, 13 — SLL, 14 — SOO, 15 — OLL, 16 — LLL, 17 — LLLn. У наведених вище триацилгліцеролах наявні залишки таких жирних кислот: P — пальмітинової, S — стеаринової, O — олеїнової, L — лінолевої, Ln — ліноленої.

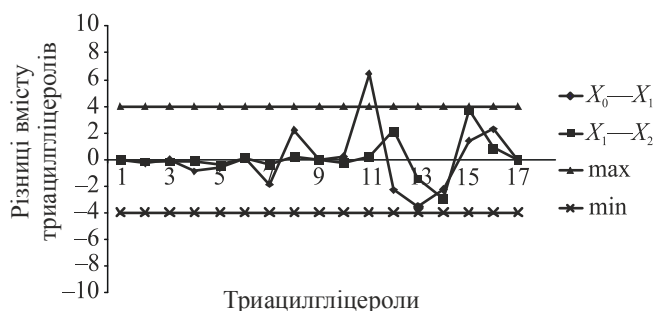


Рис. 1. Розходження і похибка вимірювання триацилгліцерольного складу соняшникової олії низькоолеїнової

Як видно з рис. 1, різниця у триацилгліцерольному складі початкової соняшникової олії (x_0) та після першого переестерифікування (x_1) перевищує різницю у триацилгліцерольному складі між олією після першого (x_1) та другого (x_2) переестерифікування.

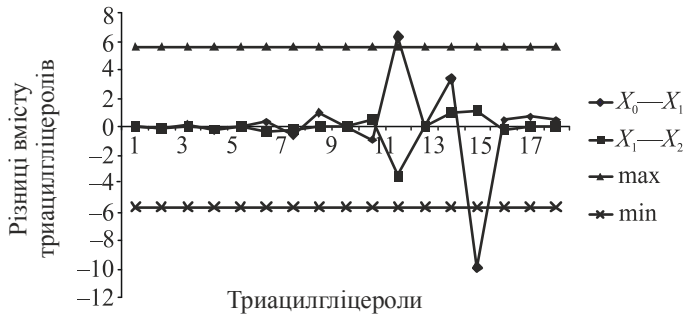


Рис. 2. Розходження і похибка вимірювання триацилгліцерольного складу олії соняшникової високоолеїнової

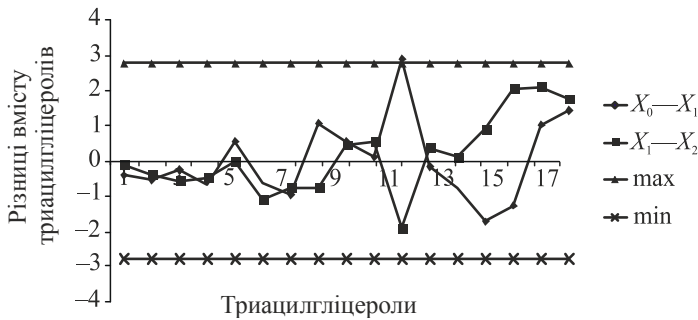


Рис. 3. Розходження і похибка вимірювання триацилгліцерольного складу соєвої олії

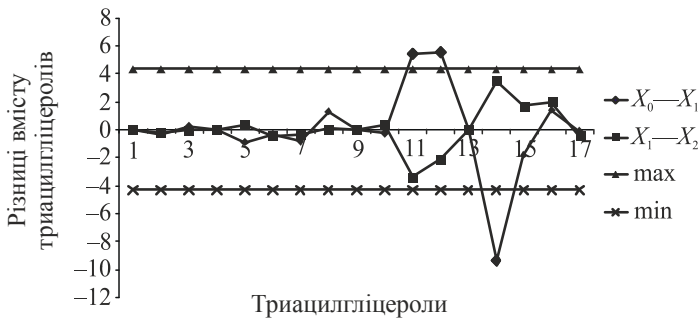


Рис. 4. Розходження і похибка вимірювання триацилгліцерольного складу ріпакової олії

За даними, наведеними на рис. 2—4, також підтверджено той факт, що у випадку більшості триацилгліцеролів дослідних олій спостерігається зміна триацилгліцерольного складу в більшій мірі після першого переестерифікування, ніж після повторного, тобто величина різниць концентра-

цій триацилгліцеролів між початковим зразком (x_0) та переестерифікованим вперше (x_1) є більшою, ніж між зразком, переестерифікованим вперше (x_1) та повторно (x_2).

Попередні дослідження [5; 8], а також наведені на рис. 1—4 результати є експериментальною основою розробленої методики, заснованої на порівнянні триацилгліцерольного складу початкових, переестерифікованих і повторно переестерифікованих олій та жирів.

Одержана сумарна максимальна похибка вимірювань, а також похибка вимірювання вмісту кожного триацилгліцеролу, що залежить від величини його концентрації, свідчить, що різниця триацилгліцерольного складу між початковою та переестерифікованою оліями виходить за межі загальної похибки, а різниця триацилгліцерольного складу між олією після першого та другого переестерифікування знаходиться в її межах. Обробку даних виконано за методикою знаходження значення похибки по одній групі даних згідно з ГОСТ 8.207-76. Кількість паралельних вимірювань обрано згідно з рекомендацій [9; 10]. Таким чином, експериментально підтверджено можливість ідентифікації переестерифікованих олій та жирів за співвідношенням (4).

Висновки

1. Одержані експериментальні дані свідчать про те, що різниці вмісту триацилгліцеролів між початковими зразками олій і після першого переестерифікування, а також між зразками після першого та другого переестерифікування відрізняються майже на порядок.

2. Під час порівняння триацилгліцерольного складу початкових і вперше переестерифікованих зразків спостерігається вихід різниць вмісту триацилгліцеролів за межі похибки вимірювання, а під час повторного переестерифікування зразків зміна триацилгліцерольного складу відбувається у межах похибки.

3. На підставі результатів досліджень експериментально підтверджено можливість ідентифікації переестерифікованих олій і жирів. Методика дає змогу визначити, чи є жир, представлений на аналіз, переестерифікованим.

Література

1. Гринберг Г. Модифицированные жиры [Текст] / Г. Гринберг, Г. Щепанская. — Москва : Пищевая промышленность, 1973. — 105 с.
2. Valenzuela Alfonso, Morgado Nora Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry // Biol. Res. — 1999. — Vol. 32, № 4. — P. 273—287.
3. Технология переработки жиров / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, и др. Под ред. проф. Н.С. Арутюняна. — 3-е изд. — Москва : Пищепромиздат, 1999. — 452 с.
4. Технологія модифікованих жирів [Текст] / [Ф.Ф. Гладкий, В.К. Тимченко, І.М. Демидов та ін.]. — Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2014. — 214 с.
5. Рожнов М.С. Методы и подходы к идентификации пищевых продуктов [Текст] / М.С. Рожнов, Д.Н. Мельник, В.А. Голодняк, И.Н. Демидов // Масложировой комплекс. — Днепропетровск : ИА «Эксперт-Агро». — 2013. — № 4(43). — С. 43—46.
6. Левчук І.В. Сучасні методи ідентифікації олій та жирів у технохімконтролі жиропереробного виробництва [Текст] / І.В. Левчук, В.А.Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Вісник НТУ «ХПІ». — Харків : НТУ «ХПІ». — 2015. — № 14(1123). — С. 71—78.

7. Демидов И.Н. Ацилглицерольный состав жиров и реакция переэтерификации [Текст] / И.Н. Демидов, В.С. Мазаева, Н.С. Сытник, В.А. Голодняк, В.А. Кищенко, О.В. Голубец // Масложировой комплекс. — Днепропетровск : ИА «Эксперт-Агро». — 2013. — № 4(43). — С. 28—29.

8. Голодняк В.А. Определение активности катализатора химической переэтерификации жиров [Текст] / В.А. Голодняк, И.Н. Демидов, В.С. Мазаева, Н.С. Сытник, П.Ф. Петик // Оралдын гылым жаршысы. — Уральск : Фирма Сервер +. — 2014. — № 8 (87). — С. 187—193.

9. Бегунов А.А. Метрологическое обеспечение производства пищевой продукции [Текст] / А.А. Бегунов. — Санкт-Петербург : «Издатель», 1992 г. — 288 с.

10. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений [Текст] / А.К. Митропольский. — Москва : Наука, 1971. — 576 с.

WAYS OF STABILIZING THE COLOR OF VEGETABLE RAW MATERIAL DURING ITS PROCESSING

A. Dubinina, T. Sherbakova, Yu. Khatskevich, S. Lenert, A. Borysova
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

Key words:

*Chlorophylls
Carotenoids
Lycopene
Xanthophylls
Lutein
Phenylpropanoids
Flavonoids*

Article history:

Received 21.05.2017
Received in revised form
07.06.2017
Accepted 18.06.2017

Corresponding author:

A. Dubinina

E-mail:

npnuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-20

ABSTRACT

The chemical structure of natural dyes (chlorophylls, carotenoids and substances of phenolic nature) is considered in this study. Literature data on the existing methods of stabilizing the color of vegetable raw materials during their processing into food products is reviewed. General ways for preventing the oxidation of pigment substances of vegetable raw materials and preserving natural color of fruits and vegetables are analyzed. The authors made the conclusion about the urgency of further searching for the new methods of stabilizing plant pigments during the processing of fruits and vegetables, which will be more effective and safe.

СПОСОБИ СТАБІЛІЗАЦІЇ КОЛЬОРУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС ЇЇ ПЕРЕРОБКИ

А.А. Дубініна, Т.В. Щербакова, Ю.М. Хацкевич, С.О. Ленерт, А.А. Борисова
Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті розглянуто хімічну будову природних барвників — хлорофілів, каротиноїдів і речовин фенольної природи. Наведено огляд літературних даних про існуючі способи стабілізації кольору сировини рослинного походження під час її переробки в продукти харчування. Проаналізовано загальні шляхи запобігання окисленню пігментних речовин рослинної сировини та збереження натурального кольору плодів і овочів. Доведено актуальність подальшого пошуку нових методів стабілізації рослинних пігментів під час переробки фруктів та овочів, які були б більш ефективними і безпечними.

Ключові слова: хлорофіли, каротиноїди, лікопін, ксантофіли, лютеїн, фенілпропаноїди, флавоноїди.

Постановка проблеми. Колір є першою ознакою в товарознавчій оцінці, за якою характеризується якість харчового продукту. Він вказує на сенсорні

властивості, отже на придатність продукту до споживання. Однак у процесі переробки сировини під дією різних факторів відбувається незворотна зміна кольору. Ці процеси мають достатньо складний характер.

Аналіз існуючих технологій показав, що для запобігання руйнуванню рослинних пігментів і стабілізації кольору сировини розроблена велика кількість способів. Однак необхідно зазначити, що наведені способи не мають універсального характеру і, зазвичай, не враховують особливості технологічної обробки сировини. Тому вивчення процесів, що призводять до зміни кольороутворюючих речовин під час технологічної переробки, а також визначення способів стабілізації кольору є актуальними питаннями, оскільки ці перетворення впливають на формування якості та споживчі властивості продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Колір рослинної сировини обумовлений наявністю природних барвників — хлорофілів, каротиноїдів і речовин фенольної природи. Перші два відносяться до ліпоїдів, оскільки нерозчинні у воді, а тільки у жирах і органічних розчинниках. Фенольні речовини — водорозчинні пігменти [1].

Колір хлорофілвміщуючої рослинної сировини формується за рахунок якісного і кількісного складу пігментного комплексу. В рослинах загальний вміст хлорофілу складає 0,008...0,8% на сиру масу. Листя соняшника накопичують до 0,16%, дуба — 0,25%, клена — 0,45%. У листових овочах загальний вміст пігменту становить 7...15 мг %. Досліджено, що листя петрушки містять 4,5...6,0 мг% хлорофілу, кропу — 7,1...8,5 мг%. Вміст хлорофілу ($a + b$) у салаті-латуку складає 3,4...4,5 мг%, у зеленому солодкому перці — 3,3...4,9 мг%, у зеленому горошку — 17,85...23,11 мг% хлорофілу a та 2,73...3,95 мг% хлорофілу b [2; 3—6].

Зелений пігмент вищих рослин складається з двох сполук — хлорофілу a і b . Молекули хлорофілів мають спільну будову — гідрофільне порфіринове кільце з іоном Mg^{2+} у центрі, що координаційно пов'язаний з атомами азоту, і ліпофільний залишок високомолекулярного ненасиченого спирту фітолу. У результаті ункціонального аналізу виявлена наявність у хлорофілі a метильної групи, у хлорофілі b — альдегідної. Таким чином, молекула хлорофілу фітольним кінцем — «хвостом» — зв'язана з ліпідним прошарком мембран хлоропластів, а порфіриновим кільцем — «головою» — звернена в сторону органели [8—10].

Забарвлення рослин, що містять хлорофіл, пов'язане з наявністю сполученої системи подвійних зв'язків у порфіриновому кільці, яка дає змогу поглинати видиме світло. Зелений колір обумовлений тим, що хлорофіл поглинає червоне світло (максимум поглинання при 655 нм) і синє світло (максимум поглинання при 430 нм) і відбиває зелене світло [11; 12].

Хлорофіл a добре розчиняється в ефірі, етиловому спирті, ацетоні, бензолі, хлороформі; він малорозчинний у петролейному ефірі; нерозчинний у воді (утворює колоїдні розчини). Спиртові розчини мають синьо-зелений колір і темно-червону флуоресценцію. Хлорофіл b виявляє аналогічні властивості [8].

Численними дослідженнями встановлено, що хлорофіли a і b легко руйнуються під впливом світла, кисню повітря, тепла, кислот і лугів. У розчині,

навіть при кімнатній температурі, хлорофіли піддаються ізомеризації до близьких за структурою сполук, які є епімерами власне хлорофілів [13—15]. Під дією мінеральних кислот, навіть дуже слабких, відбувається відщеплення Mg^2 від хлорофілів *a* і *b* та утворення відповідних похідних — феофітинів *a* і *b*. Сильні мінеральні кислоти викликають утворення феофорбідів *a* і *b*, які характеризуються відсутністю в молекулі високомолекулярного спирту фітону [8; 9; 16—18].

Накопичені до теперішнього часу дані свідчать про те, що хлорофіл не тільки впливає на споживні властивості продуктів харчування своїм кольором, але і підвищує харчову цінність, фізіологічну цінність, лікувально-профілактичні властивості продукту, оскільки має біологічно активну дію. За результатами експериментів ряд авторів вказують на можливу участь хлорофілу в утворенні гемоглобіну, еритроцитів і лейкоцитів в організмі людини і тварин [19—21]. Є дані про регенеративну та антисептичну дію препаратів хлорофілу, особливо при лікуванні опіків 2-го і 3-го ступенів, інфікованих виразок гомілки різного походження — варикозне розширення вен, тромбофлебіт, злоякісних новоутворів. Гарні результати отримані при використанні хлорофілів у лікуванні екзем, світлових дерматозів, контактних і токсичних дерматитів, дерматофітозів, псоріазу [19; 20; 22; 23].

Використання препаратів хлорофілу (наприклад, Cu-хлорофіліну) у стоматології при лікуванні стоматитів, піорреї, пародонтозу, гінгивиту, кровотечі ясен, а також при виробництві зубних паст, пов'язане не тільки з високими бактерицидними властивостями, але і з наявністю дезодоруючої дії, заснова-ної, мабуть, на хімічному зв'язуванні та окисленні речовин [24].

Багатьма авторами вказується на перспективність використання біологічно активних препаратів хлорофілу для зниження реакції організму в процесах загоєння чужорідних тканин, для лікування шлунково-кишкових захворювань, при невритях і невралгії потрійного нерва тощо. Такі препарати не викликають алергічних реакцій, тому можуть бути використані при тривалому лікуванні [25—28].

Удосконалення методів комплексної переробки рослинної сировини для одержання зеленого пігменту і його похідних буде сприяти більш широкому їхньому застосуванню не тільки у фармацевтичній, парфумерній, але й у харчовій промисловості. Проте важливо під час переробки зберегти природний зелений колір, тобто запобігти перетворенням хлорофілу.

Каротиноїди знайдені у всіх зелених тканинах рослин. Співвідношення хлорофілів і каротиноїдів у хлоропластах становить у середньому 3:1. Однак під дією різних факторів хлоропласти перетворюються в хромопласти, забарвлення яких змінюється від жовтого до червоного в залежності від складу речовин [7; 28—30].

До каротиноїдів відноситься велика група пігментів. Дотепер виділено близько 70 видів каротиноїдів, визначено близько 500 структур цих сполук, однак описані формули й властивості лише 58 з них [8; 31].

З хімічної точки зору практично всі каротиноїди відносяться до терпеноїдів — тетратерпенів, сполук, вуглецевий кістяк яких складається з восьми C_5 -ізопренових фрагментів. Основна структура молекули симетрична й побу-

дована з двох тотожних половин. Кожна половина складається з чотирьох ізопренових залишків, пов'язаних способом «голова» до «хвоста». Завдяки такій будові каротиноїди поглинають частину спектра білого світла й забарвлюють плоди у кольори від жовтого до жовтогарячого та червоного.

Найпоширенішим жовтим пігментом є каротин. Зелені листя рослин містять 200...300 мг% каротину на кілограм сирової речовини. У великих кількостях виділено його з листя і коренеплодів моркви, люцерни (*Medicago L.*), кропиви (*Urtica*), шпинату (*Spinacia Z.*), зі шкірочки червоного перцю, з плодів абрикоса (*Armeniac S.*), горобини (*Sorbus Z.*), обліпихи (*Hippophae L.*), томатів, банана (*Musca P.*), дині (*Melo S.S. M.Roem.*). Каротин виявлений також у квітках нарциса, кульбаби (Taraxa W.), буквиці (Betonica L.) [24; 29; 32—37]. У рослинній сировині каротин існує у вигляді ізомерів: найпоширенішими з них є α -, β -, γ -каротини. Вони відрізняються неоднаковим розташуванням подвійних зв'язків і хімічних властивостей. Листя рослин містять β -каротину у кількості 200...700 мг на 1 г сухої маси [38—41].

α -Каротин зустрічається відносно рідко. У 68% видів рослин, таких як шпинат, кропива, артишок, ячмінь, його вміст коливається від 0,2% до 35% всієї каротинової фракції [19; 24; 42; 43]. Інші ізомери каротину (γ -, δ -, ξ -, χ -) виявлені у різних сполуках у складі пігментів окремих видів рослин [36; 44—48].

Іншим каротиноїдом, що є головним компонентом пігментного комплексу поряд з каротином і має таку ж сумарну формулу та ізопреновий кістяк, є лікопін. На відміну від каротину, молекула лікопіну має лінійну будову, симетричне розташування, 13 кон'югованих зв'язків. Це основний барвник червоних томатів, він зустрічається також у шипшині, кавунах, абрикосах, брусниці [29; 49—52].

До кисневмісуючих каротиноїдів відносяться ксантофіли. Вони відрізняються від каротинів тим, що їхня молекула замість однієї або декількох метиленових груп містить гідрокси-групу або карбоніл. У рослинних тканинах із ксантофілів переважає лютеїн, що за структурою дуже близький до α -каротину, але на відміну від нього атом водню заміщений гідрокси-групою [8; 31].

Лютеїн — найпоширеніший пігмент у хлоропластах поряд з β -каротином, він виділений з листів каштану кінського, кропиви пекучої, шпинату, із квіток конюшини червоної, квіток соняшника. У середньому вміст його в листі становить 60...65 мг% [29; 33; 35; 53—55].

Окислення кисневмісних похідних каротинів призводить до утворення епоксикаротиноїдів. Цей процес є важливим у тканинах, де відбуваються процеси фотосинтезу, тому що утворені епоксиформи захищають хлорофіл від фотоокислення. До епоксиформ відноситься віолаксантин, що ідентифікований у пігментному комплексі й відповідає за колір пелюстків жовтої матері-і-мачухи, яскраво-жовтих апельсинів, мандаринів [24; 56].

Криптоксантин є кисневмісним похідним β -каротину та має властивості провітаміну А. Він наявний у листках рослин у невеликій кількості, шкірці плодів мандаринів, маїсі, червоному перці. Його вміст складає приблизно 30% всіх каротиноїдів ягід фізаліса, з яких він був уперше виділений [29; 57—61].

Зеаксантин є основним барвником зерен кукурудзи, плодів обліпихи, виділений із плодів японської хурми (*Diospyros K.*). У плодах персиків вміст його становить 3,8%, в абрикосах лише 0,7% [29; 31].

Інші ксантофіли досить специфічні для окремих видів рослин. Так, родоксантин є основним ксантофілом плодів тису; у плодах деяких видів шипшини ідентифікований рубіксантин; із червоного перцю виділені речовини капсорубін і капсоксантин [54; 60; 61].

Таким чином, каротиноїдний комплекс кожного виду рослини являє собою суміш основних каротиноїдів, включаючи ізомери і їх похідні у різних співвідношеннях. В абрикосах основним каротиноїдом є β -каротин (50...80% від загальної кількості); вміст γ -каротину становить 3,9; ξ -каротину — 0,6; α -каротину — 0,2; лікопін — 1,0; із ксантофілів наявні: лютенін — 2,1, криптоксантин — 3,1, зеаксантин — 0,7% від загальної кількості [29]. При дослідженні пігментного комплексу моркви була встановлена наявність двох ізомерів каротину: α -каротину і β -каротину. При цьому, за одними даними вміст α -каротину становить від 5 до 10 % всіх каротинів моркви; за іншими даними — 19,5...42,2%. Окрім α -, β -ізомерів, у моркві міститься також γ -каротин (0,1% від загальної кількості каротиноїдів); δ -каротин, ξ -каротин і лікопін загальною кількістю 0,1%. Вміст ксантофілів — 5% від загального вмісту. У гарбузі містяться α -, β -, γ -каротини, віолаксантин, флавоксантин. Загальна кількість складає від 9 мг% до 50 мг% у перерахунку на суху речовину [33; 45; 62].

Використовуючи в їжу рослини, що містять каротиноїдний комплекс пігментів, людина підвищує захисні функції організму проти несприятливого впливу навколишнього середовища. Біологічне значення каротиноїдів для живого організму спочатку розглядалося з погляду їх А-вітамінної активності. Сьогодні відомо, що не тільки β -каротин, але й інші каротини мають антиканцерогенну активність, володіють радіопротекторними та імуностимулюючими властивостями [26; 63; 64]. Каротиноїди використовують при лікуванні хвороби Паркінсона, атеросклерозу, діабету, бронхіальної астми, при різних формах дерматитів. Підвищився інтерес до каротиноїдів як до антиракових речовин [65]. Вони можуть виконувати роль оксигеназ, що придушують дію токсинів багатьох організмів [9]. Отже, каротиноїди відіграють важливу роль у організмі людини і є важливим компонентом її раціону харчування.

Поряд із хлорофілами й каротиноїдами поширення в природі одержали поліфеноли. Це велика група органічних сполук, що відрізняються за хімічною будовою, але мають деякі загальні ознаки. Характерними рисами фенольних сполук є: легке окислення з утворенням високореактивних проміжних продуктів типу семіхіонних радикалів або ортохінонів; здатність до взаємодії з білками за рахунок утворення водневих зв'язків, а також схильність до комплексоутворення з іонами металів.

З урахуванням основного вуглеводного кістяка фенольні сполуки можна розділити на групи [9]:

- найпростіші фенольні сполуки (сполуки C_6 -ряду);
- сполуки C_6 - C_{11} -ряду (оксибензойні кислоти і їхні похідні),

- сполуки C₆-C₃-ряду (фенілпропаноїди — оксикоричні кислоти і їхні похідні, оксикумарини),
- флавоноїди (сполуки C₆-C₃-C₆-ряду).

Р-вітамінна активність властива багатьом флавоноїдам. Саме із цієї причини в літературі часто фігурує термін «біофлавоноїди». При цьому максимальною активністю володіють представники найбільш відновлених класів флавоноїдів, тобто катехіни й флаван-3, 4-діоли, хоча на практиці через більшу доступність і стабільність у лікувальних і профілактичних цілях найчастіше використовують флавоноли, особливо рутин. Однак катехіни, крім Р-вітамінної активності, володіють гепатопротекторними властивостями, використання яких знайшло широке застосування у фармацевтичній галузі країн світу [26].

Розмаїтість природних флавоноїдів досягається за рахунок наявності асиметричних атомів вуглецю в гетероциклі (у катехінів, флаванонів, флаванолів, лейкоантоціанидінів), за рахунок реакцій гідроксилювання, метилірування, ацилірування ароматичних ядер. Крім розмаїтості агліконів, велика кількість сполук пояснюється значною розмаїтістю цукрових залишків. Так, наприклад, для одного лише пеларгонідину відомо понад 20 різних глюкозидних похідних [66—68].

Антоціани можуть бути розбиті на 21 підклас залежно від характеру цукрового залишку. З монозидів антоціанової природи найпоширенішими є глюкозиди, галактозиди; рамнозиди й арабінозиди зустрічаються рідше [69].

Антоціани, на відміну від хлорофілу, є непластидними пігментами. У клітині вони, вочевидь, існують у вигляді солей з органічними кислотами. При нейтральних значеннях рН антоціани утворюють нестійкі безбарвні псевдооснови, у лужних середовищах — мають досить нестійкі хиноїдні структури.

Антоціани є похідними катіона флавілію — 2-фенілбензопирилію. Виділені з рослин чисті антоціани зазвичай мають червоне або фіолетово-червоне забарвлення. Взаємозв'язок між складом антоціанів і забарвленням шкірочки винограду був досліджений японськими вченими у 30 сортах винограду. За складом антоціанів сорти винограду можна розділити на 5 типів: сорти, що містять в основному ціанідин; сорти, що містять більше 50% неонідину; сорти, що містять більше 60% дельфінідину; сорти, що містять в основному енідин; сорти, що містять в основному мальвідин [70; 71].

Антоціани містяться у рослинах винятково у формі глікозидів, у яких залишки цукрів зв'язані із забарвленим агліконом. Найчастіше в природі зустрічаються глікозиди ціанідину, дельфінідину, пеларгонідину; при цьому глікозиди ціанідину зустрічаються у 69% фруктів і 50% квіток, що містять антоціани [72—74].

Зі збільшенням кількості фенольних гідроксильних груп колір плодів змінюється від рожевого, через помаранчево-червоний до синього, як це спостерігається в ряді ціанідин→мальвідин→дельфінідин. Метилірування гідроксильної групи змінює колір у цьому ряді у зворотному напрямку. Крім числа гідроксильних груп, на колір впливає й положення цих груп у молекулі [8; 75].

Канадські вчені встановили, що м'якоть яблук з темно-червоною шкірочкою й червоною м'якоттю містить ціанідин-3-галактозид, ціанідин-3-глюкозид,

ціанідин-3-арабінозид, катехін, флаван-3-он та ін. У цілому вміст антоціанів у яблуках коливається у межах 90...100 мг/кг [76; 77].

Антоціанів у ягодах червоної й чорної смородини міститься в середньому 100 мг% і 1500 мг% відповідно, причому у різних сортах вміст коливається в широкому діапазоні. Досліджено, що у сортах червоної смородини Lonkheer, Vantet's і Latran вміст антоціанів становить більше 400 мг/кг; у сорті Deutuan — 284 мг/кг. У чорній смородині сорту Otdo міститься до 2500 мг/кг антоціанів, у сорті B₀539 — більше 4000 мг/кг. За забарвлення ягід червоної смородини відповідає аглюкон ціанідин; ягід чорної смородини — ціанідин і дельфінідин [78].

Забарвлення багатьох сортів вишні обумовлене наявністю антоціану — кераціаніну, у якому одна молекула глюкози й одна молекула рамнози пов'язані з агліконом ціанідином. Фенольні сполуки сливи представлені різними групами: у сортах Угорка й Ренклюд переважають олігомерні форми катехінів (132—156 мг% у шкірочці й 163—220 мг% — у м'якоті); вільних катехінів — 39 і 19 мг% відповідно, лейкоантоціанів — 206—356 мг%. Барвником сливи є пруніціанін — глюкорамнозид ціанідину; міститься також у невеликій кількості кверцетин (менше 15% від загальної кількості) [78].

Аналіз літературних даних дає змогу зробити висновок про різноманіття природних барвників, які, перебуваючи у різному співвідношенні, формують забарвлення рослинної сировини й продуктів її переробки. Здебільшого це нестійкі сполуки, які легко змінюються під впливом багатьох факторів, що приводить до втрати натурального кольору плодів і овочів. Саме тому аналіз літературних даних про існуючі способи стабілізації кольору рослинної сировини під час її переробки є достатньо актуальним.

Метою дослідження є аналіз літературних даних про існуючі способи стабілізації природного кольору продуктів переробки овочів і фруктів.

Викладення основного матеріалу дослідження. Існують різні способи запобігання трансформації хлорофілу, які базуються на використанні спеціальних режимів обробки, тобто температури, тривалості її дії, додаванні стабілізаторів, антиокислювачів, а також комбіновані методи.

При заморожуванні для деяких плодів та овочів рекомендують попереднє бланшування, оскільки активність окислювально-відновних ферментів може частково зберігатися у цих умовах, що призводить до появи неприємного присмаку і запаху при розморожуванні і подальшому застосуванні [2; 6; 79].

J.W. Heaton запропоновано спосіб переробки зелених овочів з метою збереження зеленого кольору, що досягається застосуванням тільки одноразового нагрівання. Бланшування рекомендується проводити при високих температурах (120...185° С) протягом часу, необхідного для знищення мікроорганізмів та інактивації ферментів [80].

J.A. Steet встановлено оптимальні режими бланшування зеленого горошку. Це дозволило зберегти текстуру, колір, вітамін С. Руйнування хлорофілу склало 20...35% [81].

Встановлено позитивний вплив низьких температур на збереженість пігментів. Хлорофіл практично не руйнується протягом 9 місяців у листяній

селері при зберіганні за умов мінус 28° С, а зберігання листяних овочів при температурі плюс 1° С призводить до мінімального руйнування аскорбінової кислоти та хлорофілу. Відмічено негативний вплив на стабільність хлорофілу коливання температури в процесі зберігання [22].

Дослідження вмісту хлорофілу в заморожених зелених бобах були проведені бразильськими вченими. Встановлено, що при зберіганні за температур мінус 18° С, мінус 2° С, мінус 24° С протягом 30 місяців вміст хлорофілу в бобах не змінився [82].

J.W. Heaton провів дослідження впливу різних технологічних факторів на вміст хлорофілів *a* і *b* та їх похідних у качанчиках брюссельської капусти. Качанчики бланшували за температури плюс 100° С протягом 4,5 хвилини та швидко охолоджували. Зразки заморожували у рідкому азоті та рідкому вуглекислому газі до температури мінус 20° С впродовж 2 годин. Всі зразки зберігали за температури мінус 20° С протягом 58 тижнів. У свіжих зразках капусти сорту Zanebot встановлена кількість хлорофілу *a* — 4,36 мг%, хлорофілу *b* — 2,41 мг%; хлорофіліду *a* — 0,67 мг% та хлорофіліду *b* — 0,43 мг%. Після бланшування в зразках капусти знайдено хлорофілу *a* — 4,16 мг%, хлорофілу *b* — 2,14 мг%; хлорофіліду *a* — 0,76 мг%, хлорофіліду *b* — 0,43 мг%. У процесі зберігання заморожених зразків спостерігалось зниження вмісту пігментів. Краще пігменти збереглися в зразках, заморожених у вуглекислому газі: після 58 тижнів зберігання знайдено хлорофілу *a* — 3,56 мг%, хлорофілу *b* — 0,210 мг%; хлорофіліду *a* — 0,71 мг%, хлорофіліду *b* — 0,41 мг% [83].

М. Сапо аналізував вміст хлорофілів і феофітинів у плодах ківі після обробки й зберігання методами АОАС та Vernon. При використанні методу Vernon кислотність плодової маси зразків перед екстракцією пігменту доводили до значення рН 7,5 та кип'ятили протягом 5 хвилин. Плодове пюре зберігалось за температури мінус 18° С протягом 1...68 діб. Відмічено значний вміст хлорофілу в пюре після 36 діб зберігання [48].

У літературі наведено спосіб виготовлення паст із свіжої кропиви за методом механохімічної активації, який дає змогу збільшити вміст хлорофілу порівняно з методом мацерації у спиртовій пасті на 11%, масляній — на 31%, спиртово-масляній — на 14%. Отриманий продукт — однорідна, тонкодисперсна маса яскраво-зеленого кольору з характерним смаком і запахом кропиви. Використання цих паст як натуральних біодобавок і барвників в інші продукти позитивно впливає на їх харчову цінність і надає виробам рівномірного забарвлення, достатньо стійкого при темперуванні [53].

Запропоновано спосіб виробництва консервів із зеленого горошку, при якому як добавки використовуються NaCl, CaCl₂ або інша водорозчинна органічна харчова сіль кальцію. Це сприяє отриманню більш темного забарвлення горошку і запобігає втраті біологічно активних речовин [84].

Японськими і американськими вченими було встановлено, що обробка шматочків цукіні 0,5% водним розчином хлориду кальцію запобігає потемнінню тканин при зберіганні за температури 0° С [85].

Для підвищення стабільності хлорофілу здійснюють заміну іону Mg²⁺ на Cu²⁺. Таким чином отримують водорозчинний Cu-комплекс хлорофіліну, що

є продуктом неповного гідролізу хлорофілу. Отримана структура має стійкий яскраво-зелений колір та високу біологічну активність. Відмічено, що препарати, які містять Cu -комплекс хлорофіліну, не тільки не токсичні, але й у деяких випадках знижують дію токсинів і алергенів. Визначено, що Cu -похідні хлорофілу застосовуються у харчовій промисловості Японії та США. Також відомий спосіб отримання стійкого барвника зеленого кольору на основі похідних хлорофілу — хлорофіліну натрію [19].

На стабільності хлорофілу в лужному середовищі ґрунтується спосіб отримання барвника зі шпинату. Автори способу за допомогою додавання розчину NaOH концентрацією 2 г/л до подрібненої рослинної сировини переводять у розчинний стан не тільки альбуміни, глобуліни, проламіни, глютеліни, але й хлорофіл *a* і *b* та каротиноїди. Отриманий барвник містить 25% сухих речовин і має pH 3,7, що регулюється додаванням оцту [86].

Н.В. Кацерікова для отримання барвника зеленого кольору рекомендує спосіб видалення хлорофілу з рослинної сировини за допомогою екстракції вуглеводнями з додаванням спирту або ацетону [25].

Запропоновано спосіб, що запобігає зміні кольору капусти завдяки введенню рисової олії і токоферолів. Спосіб підвищує стійкість хлорофілів при різних pH , дії світла і температури [83].

Аналіз досліджень Л.М. Пилипенко показав, що стабілізуюча дія на хлорофіл притаманна полісахаридам (крохмаль), солям, органічним кислотам, жиророзчинним речовинам (каротиноїди, токоферолі). При підвищенні руйнування хлорофілу за наявності мінеральної кислоти на 9,1...10,8% спостерігається стабілізація за наявності солей органічних кислот — цитрату на 5,3% і 5,9%, аскорбату — на 10,9% і 11,8% для екстракту і нативних хлорофілів відповідно. Експериментально встановлено позитивний вплив катіонів на протекторний захист: Na^+ сприяє збереженню до 2,9% і 4,8% хлорофілу, Mg^{2+} — 7,4% і 9,0% для екстракту і продукту відповідно. Результати досліджень дали змогу розробити способи запобігання руйнування пігментів листових овочів під час виробництва за допомогою добавок MgCl_2 (0,1...0,5%), аскорбінової кислоти (0,05...0,15%), рослинної олії (0,01...0,3%), а також подрібнення продуктів в ізотонічному розчині NaCl [19].

У науковій літературі досить докладно наводяться способи попередження руйнування каротиноїдного комплексу фруктово-овочевої сировини. Відомо, що каротиноїди у вільному стані, тобто не зв'язані у комплекси з білками або ліпідами, достатньо лабільні. Протекторними властивостями стосовно окислення цих речовин володіють, як вказує Т. Кудрицька, гідрохінон, пірогалол, сантонін і його водорозчинні солі, ділудін тощо [29].

Крім вищезазначених методів для захисту β -каротину від руйнування, бразильські вчені пропонують використовувати цитрати, тартрати, фосфати і кальцій, оскільки вони сповільнювали руйнування β -каротину темно-зелених листових овочів [36].

Вченими запропонований спосіб отримання натурального барвника з морквяного соку. З метою стабілізації кольору у сік вводиться яблучний пектин. Отриманий морквяно-пектиновий порошок виявляє стійкість забарвлення при нагріванні до температури плюс 85° С у діапазоні pH 2...10. Для

виробництва морквяного соку, що зберігає вихідний колір і аромат моркви, запропоновано під час подрібнення моркви обприскування водним розчином лимонної кислоти або лимонного соку у кількості 0,05...0,5% від маси моркви і нагрівання до 85° С для інактивації ферментів. Спосіб забезпечує ефективний захист пігментів готового соку [34].

У літературі наводиться спосіб стабілізації каротинового барвника за допомогою обробки сировини (моркви, гарбуза, персиків, абрикосів) NaCl, цукровим сиропом, оцтовою, лимонною, аскорбіною, молочною, сорбіною кислотами, бензоатами або їх композиціями. Отримані результати показали високу ефективність обробки і можливість збільшення термінів зберігання овочевих напівфабрикатів [87].

Аналіз методів стабілізації фенольних сполук і запобігання потемнінню харчових продуктів дав змогу визначити, що головними з них є регуляція технологічних параметрів обробки, використання антиоксидантів окислення флавоноїдів та інгібіторів ферментативної активності. Крім того, одним із шляхів стабілізації є використання натуральних пігментів, вилучених з рослинної сировини і продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Використання натуральних барвників дає можливість не тільки отримати задану кольорову гаму продуктів, але й збагатити їх нутрієнтами — вітамінами, глікозидами, органічними кислотами, мікроелементами [24; 25; 88].

З метою запобігання потемнінню та втраті антоціанів ягодами аронії авторами був запропонований паровий метод бланшування. При цьому температура пари не перевищувала 90...95° С, термін обробки — 5 хв. Як стверджують автори, це призводить до максимального збереження флавоноїдів та кольору ягід, однак конкретних даних не наведено [89].

Традиційні способи попередньої обробки (подрібнення) яблук викликають потемніння та помутніння соку вже через 5...10 хвилин. Тому для вирішення цієї проблеми використовують обробку цілих плодів або подрібненої маси за допомогою НВЧ-енергії, наприклад, з частотою 1900...2900 МГц протягом 2,0...3,5 хв. Отриманий сік світлий, прозорий, без брунатного відтінку. Визначена оптична густина складає 0,3...0,35 (0,8...0,9 у соку, отриманому після подрібнення) [90].

Дослідження впливу високих температур на якість соку з яблук сорту Гренні Сміт дали змогу авторам розробити технологію, яка поєднує в одну стадію подрібнення й обробку парою за температури 65...70° С плодів протягом 15...20 сек. Крім окислювальних ферментів, така обробка інактивує пектиназу, яка регулює процес агрегації колоїдів у соку [91].

Дослідження процесів стерилізації консервів, проведені Б. Флауменбаумом і С. Танчевим, дали змогу встановити математичну модель оцінки впливу цього процесу на антоціани плодів і ягід та отримати таблично-аналітичний метод розрахунку ефекту стерилізації і деградації антоціанів [92].

Ю.Г. Скориком визначені загальні шляхи запобігання окисленню флавоноїдів і збереження натурального кольору плодів і ягід:

- використання видів і сортів плодів з високим вмістом антоціанів, флавонолів і низьким вмістом флавонів, а також урахування співвідношення різних форм флавоноїдів;

- інактивація ферментів під час руйнування рослинної тканини при обробці плодів;
- роз'єднання компонентів реакції окислення (в основному проведенням процесів обробки плодів в умовах, що запобігають наявності кисню повітря);
- використання стабілізаторів;
- додавання натуральних антоціанових барвників або синтетичних антоціанів, подібних натуральним.

Як стабілізатор натурального кольору пропонуються цистеїн; поліфосфати у поєднанні з сульфитами та лимонною кислотою; амінокислоти, а також рибофлавін, рутин, тіосечовина, пропілгалат. Додавання цистеїну у яблучний сік у кількості 4...24% сприяло запобіганню процесу потемніння. Ефективність використання цього препарату для стабілізації кольору, обумовленого антоціанами, була достатньо низькою [93].

Для запобігання зміни кольору пігменту червонокочанної капусти японські вчені пропонують додавати рутин і/або кверцетин, а також фітин і/або фітинову кислоту [30].

Відомо, що найбільш універсальним інгібітором ферментативного і неферментативного потемніння рослинної сировини під час її переробки є SO_2 . Особливостями цього реагенту порівняно з іншими є його висока відновна властивість, завдяки чому він запобігає оксидаційним змінам у рослинних продуктах, таким як руйнування аскорбінової кислоти та ферментативне потемніння фенольних сполук. У той же час він руйнує вітамін B_1 [53].

Сульфітація використовується при виробництві багатьох харчових продуктів та фруктових напівфабрикатів — пюре, пульпи, соку, плодів, залитих соком або водою. Абрикоси, груші, агрус, виноград, смородину, яблука заливають робочим розчином з концентрацією 1,5%. До пюре яблучного, сливового додають (у % до маси продукту) 0,1...0,18% SO_2 , ягідного — 0,1...0,15%; для обробки свіжої вишні, чорної смородини — 0,20%; сливи — 0,15%. Концентрація сульфитної кислоти, що є достатньою для запобігання потемніння соків, знаходиться у межах 0,05...0,15 % залежно від виду та хімічного складу соку. Також з цією метою використовують суміш, яка складається з Na_2SO_3 (10...90%) і NH_4Cl [90, 94].

Однак сульфітація рослинних продуктів негативно впливає не тільки на смак, але й на організм людини і використовувати їх можна тільки після десульфітації.

Іншим реагентом з аналогічною дією є аскорбінова кислота. Встановлено, що синтетична кислота, що вводиться у продукт, частково піддається руйнуванню з утворенням темнозабарвлених сполук. Ступінь руйнування залежить від умов перебігу оксидаційних процесів та наявності розчиненого кисню. Для зберігання натурального кольору соків з м'якоттю із яблук, персиків, слив жовтого забарвлення рекомендується додавати цієї кислоти у межах 0,03...0,05%. У той же час відомо, що використання аскорбінової кислоти для стабілізації кольору консервів з полуниці або інших плодів та ягід, що мають інтенсивне антоціанове забарвлення, неможливе [78; 95].

Важливе значення має стабілізація окислювальних процесів при отриманні натуральних барвників з рослинної сировини або з відходів інших вироб-

ництв. З цією метою використовують аскорбінову, лимонну або винну кислоти. Барвник з вичавок винограду сорту Сапераві отримують екстракцією вказаними кислотами у вигляді 1% спиртового розчину. Вміст сухих речовин у концентрованому барвнику складає 30...40%; він дає стійке забарвлення харчовим продуктам у діапазоні рН 2,8...4,5 [53].

З метою отримання продукції високої якості розроблена технологія виготовлення варення з попереднім заморожуванням сировини. Для запобігання потемнінню плодів перед заморожуванням сировину витримували у різних розчинах: протягом 1 години у 2% розчині суміші NaCl та лимонної кислоти; протягом 40 хв — у 5% розчині NaCl; протягом 30 хв — у розчині, що містив 7% аскорбінової кислоти і 0,1% NaCl. При температурі плюс 70° С проводилося короткочасне витримування (протягом 5 хв) у розчині, що містив по 0,2% лимонної кислоти і харчового гліцерину, при тиску 66,6 кПа. Найкращі результати запобігання потемнінню плодів під час відтаювання отримані при обробці яблук у розчині, що містив по 0,2% лимонної кислоти і гліцерину, для абрикосів — розчином що містить 7% аскорбінової кислоти і 0,1% NaCl протягом 1 години [96].

У літературі наведені результати досліджень впливу на потемніння абрикосів таких технологічних процесів, як подрібнення плодів у вакуумі або в замороженому стані, додавання до пюре добавок (1% лимонної кислоти; 0,1% кверцетину та аскорбінової кислоти; 10%, 20% та 50% сахарози), купажування з іншими видами сировини, що містять природні стабілізатори та антиоксиданти. Аналіз результатів показує, що використання вакуумування або заморожування мінімально впливає на зміну кольору продукту — на 20,0% і 21,4% відповідно; добавка аскорбінової кислоти — на 31%, добавка кверцетину — на 32,2%, лимонної кислоти — на 33,3% до вихідного значення. Максимальне потемніння спостерігалось у зразках з додаванням сахарози — 57...71% [97].

Дослідження, проведені вченими ХДУХТ, дали змогу визначити раціональні режими обробки різних видів плодово-ягідної сировини, а також ефективність використання добавок для стабілізації її пігментів. Встановлено, що NaCl ефективно захищає лейкоантоціани плодів сливи — їх вміст після обробки складав 293 мг% (без обробки 165 мг%), вміст катехінів збільшився з 40 до 58%, антоціанів — з 64,5 до 70,5%. Ще більший ефект виявився при використанні водних витяжок з коріандру і червоного перцю: ця композиція стабілізує усі фракції поліфенольних речовин до 67,7% [98].

Були визначені раціональні способи обробки сировини з метою максимального збереження флавоноїдів: для яблук — обробка розчином, що містить 4...6% лимонної кислоти, 0,5...1,0% NaCl протягом 20 хв при температурі плюс 10 °С; для сливи та вишні — витримування з сухим NaCl протягом 20 хв при температурі плюс 20° С; для абрикосів — обробка 3...5% розчином NaCl протягом 10...15 хв. Результати досліджень дали змогу розробити технології отримання фруктових фаршів — продуктів з високими споживчими властивостями [99].

Результати дослідження із збереження і відновлення червоних пігментів соку буряку за допомогою антиоксидантів показали, що аскорбінова та

ізоаскорбінова кислоти є протекторами пігментів при рН 3,8. При рН 6,2 більш ефективними виявилися метафосфорна і глюконова кислоти [53].

В.М. Болотовим та іншими авторами проведені експерименти з хімічної модифікації структури натуральних антоціанових барвників. За результатами досліджень розроблено спосіб отримання стійкого антоціанового барвника з вичавок плодів аронії, що відрізняється стабільністю червоного кольору у водно-спиртових розчинах з рН 7,6 та термостійкістю у 2,2 раза вищою, ніж у природного барвника [100].

Для отримання порошкоподібного харчового барвника з вичавок чорної смородини як антиоксидант використали лимонну кислоту, завдяки чому виготовлений барвник мав темно-червоний колір, стабільний протягом 3...4 місяців зберігання при температурі не вище плюс 20° С [100].

Г.К. Гафізовим та ін. запропонований спосіб підвищення стабільності вихідного кольору гранатового соку при зберіганні, який полягає в тому, що натуральний освітлений або неосвітлений гранатовий сік обробляють сумішшю глюкози і лимонної кислоти у співвідношенні компонентів 1:0,020:0,003. Сік зберігає природний колір протягом часу, що визначений у нормативній документації. Кольорність отриманого соку становить $D_{525} = 0,175$ [101].

Відомий спосіб запобігання потемнінню картоплі після її обсмажування, що включає обробку бланшованої промитої картоплі речовиною, яка містить іони кальцію — для утворення комплексних сполук з хлорогеновою кислотою на поверхні картоплі (1% розчин хлориду кальцію). Другий компонент запобігає окисленню заліза, яке наявне на поверхні картоплі (наприклад, 0,15...1% розчин ацетату кальцію). Час такої обробки коливається від 30 до 60 секунд. Запропонований також спосіб обробки картоплі у розчині, що містить 0,05% сульфітуючого агента (NaHSO_3) і 0,45% L-цистеїну протягом 10 хв. Оброблені таким чином шматочки картоплі мають після зберігання протягом 7 діб при температурі плюс 4,4° С колір свіжої картоплі на відміну від зразків, що оброблялися розчином тільки одного компонента [102].

У [3] вивчалася можливість інгібування процесу потемніння салату-латуку. Процес покоричневіння вивчався на зразках качанів салату, які промивали та просочували розчинами інгібіторів: аскорбінової кислоти, цистеїну, лимонної кислоти, глюконової кислоти, резорцинолу, рутину, катехолу, гідрохінону, а також лимонним соком та оцтом. Далі зразки зберігали при температурі плюс 2° С протягом 7 діб з подальшою зміною температурного режиму до плюс 13°С протягом 3 діб з щоденними вимірюваннями забарвлення зразків. За отриманими даними автори зробили висновки, що цистеїн (0,1 г/л), резорцинол (0,1 г/л), етилендіамінтетраоцтова (5 г/л) та лимонна (100 г/л) кислоти, різні концентрації оцтової кислоти (10, 50, 100 г/л) та оцет ефективно запобігають покоричневінню. Найбільш сприйнятливими у використанні автори вважають оцтову кислоту та оцет.

S. Guyot, N. Marnet та ін. використовували для інактивації ферментів яблук реакційну суміш, що складалася з аскорбінової кислоти (редуцент), лимонної кислоти (підкислювач) та хлориду натрію для обробки яблук. При цьому ефект інгібування склав 90...100%. У той же час обробка яблук

розчином, що містив аскорбінову та лимонну кислоти і хлорид кальцію, була малоефективною [77].

Інгібування ферментативного покоричневіння рослинних продуктів і напоїв такими реагентами, як аскорбінова кислота (1%) та хлорид кальцію (0,1%), дає змогу інактивувати поліфенолоксидазу та зберегти колір і мікробіологічні показники в охолоджених продуктах (температура нижча +4° С). Також для цих продуктів використовують хелатоутворюючі сполуки, підкислювачі, комплексоутворюючі агенти — мальтодекстрини, циклодекстрини. Також досліджено використання похідних резорцинолу, наприклад, 4-гексилрезорцинолу, для запобігання ферментативного потемніння плодоовочевої сировини. Використання цього реагенту в поєднанні з аскорбіновою кислотою (0,02% та 0,5% відповідно) дає змогу запобігти мікробіологічному псуванню, деструкції тканин, потемнінню маси [102].

У літературі йдеться про те, що поєднання високого тиску (50...500 МПа) з тепловою обробкою за температури плюс 20...60° С під час переробки плодів зрілих томатів на томатне пюре дає змогу знизити активність таких ферментів, як поліфенолоксидаза, пероксидаза та пектинметилестераза. При тиску 150 МПа і температурі плюс 30° С активність пектинметилестерази знижується на 32,5%; при тиску 350 МПа і температурі плюс 20° С на 25% знижується активність пероксидази; при тиску 200 МПа і температурі плюс 20° С активність поліфенолоксидази знижується на 10% [103].

Утім дослідники V.R.A. Gomes, D.A. Ledward зазначають, що поліфенолоксидаза, виділена з плодів або овочів, по-різному реагує на обробку високим тиском: повна інактивація ферменту, виділеного з грибів, відбувалася при обробці протягом 5 хв під тиском 800 МПа. В той же час при цих умовах фермент, виділений із зразків картоплі, батату, яблук, зберігає в середньому до 10...20% своєї вихідної активності [104].

Висновки

Аналіз літератури дає змогу зробити висновок, що головними способами для запобігання руйнування рослинних пігментів, а, відповідно, і кольору готового продукту є:

- вдосконалення технологічних режимів переробки рослинної сировини (температура, тиск, тривалість обробки);
- використання добавок як рослинного походження, так і синтетичних речовин, що запобігають неферментативним процесам окислення пігментів;
- використання інгібіторів ферментативного окислення пігментів у рослинній сировині;
- поліпшення кольору за рахунок регуляції рН продукту за допомогою кислот, підлужуючих агентів.

Однак використання багатьох перелічених речовин є дуже небезпечним для здоров'я людини. Деякі способи складні технічно і потребують переобладнання виробництв, ефективність багатьох способів викликає сумніви. Враховуючи вищесказане, актуальним є пошук нових методів стабілізації рослинних пігментів під час переробки фруктів та овочів, які були б більш ефективними і безпечними.

Література

1. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. — Москва : МАИК, Наука, 1998. — 304.
2. Пилипенко А.Н. Научные основы технологии консервированных пищевых продуктов из листовых овощей: дисс... доктора техн. наук. / А.Н. Пилипенко. — Одесса, 1994. — 267 с.
3. Castaner M. Inhibition of browning of harvested head lettuce // J. Food Sci. — 1996. — Vol. 61, № 2. — P. 314—316.
4. Heaton J.W. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue // J. Agr. and Food. Chem. — 1996. — 44, № 2. — P. 399—402.
5. Zarebski A. Microfalowe suszenie lisci pietruszki // Przem.Spoz. — 1995. — Vol. 49, № 5. — P. 168—169.
6. Steet J.A. Quantification of color change resulting from pheofitization and nonenzymatic browning reaction in thermally processed green peas // J. Agr. and Food. Chem. — 1996. — Vol. 44, № 6. — P. 153—164.
7. Chen B.H. Studies on the stability of carotenoids in garland chrysanthemum as affected by microwave and conventional heating // J. Food Prot. — 1992. — Vol. 55. — P. 296—300.
8. Брумтон Г. Биохимия природных пигментов. / Под ред. М.Н. Запрометова. — Москва : Мир, 1986. — 422 с.
9. Кретович В.Л. Основы биохимии растений / В.Л. Кретович. — Москва : Высшая школа, 1971. — 278 с.
10. Бохинский П. Современные воззрения в биохимии / П. Бохинский. — Москва : Мир, 1987. — 543 с.
11. Мерзляк М.Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений // Соросовский образовательный журнал : Серия Биология. — 1998. — № 4. — С. 19—24.
12. Schwartz S.J. Chlorophylls in foods // CRC Food Sci. Nutr. — 1990. — Vol. 29. — P. 1 — 17.
13. Лосев А.П. Обнаружение в растворах нелигандированной формы хлорофилла и протохлорофилла // Доклады АН БССР. — 1987. — Т. 31, № 2. — С. 131—134.
14. Weerd F.L. Dynamics of p-Carotene-to-Chlorophyll Singlet Energy Transfer in the Core of Photosystem II // J. Phys. Chem. B. — 2003. — Vol 107, № 25. — P. 6214—6220.
15. Schwartz S.J. Chlorophyll stability during continuous aseptic processing and storage // J. Food Sci. — 1991. — Vol. 56. — P. 1059—1062.
16. Койфман О. И. Сольватация молекул порфирина // Журнал физической химии. — 1983. — Т. 57, № 3. — С. 590—594.
17. Мерзляк М.Н. Спектры отражения листьев и плодов при развитии, старении и стрессе // Физиология растений. — 1997. — Т. 44, № 15. — С. 34—37.
18. Canjura F.L. Separation of chlorophyll compound // Z. Food Chem. — 1992. — Vol. 45. — P. 129—134.
19. Пилипенко А.Н. Научные основы технологии консервированных пищевых продуктов из листовых овощей: дисс. ... доктора техн. наук. / А.Н. Пилипенко. — Одесса, 1994. — 267 с.
20. Block G. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence // Nutr. Cancer. — 1992. — Vol. 18. — P. 1—29.
21. Josphipura K. The effect of fruit and vegetable intake on risk of coronary heart disease // Ann. Intern. Med. — 2001. — Vol. 134. — P. 1106—1114.
22. Eitenmiller Ronald R. Vitamin analysis for the health and food sciences. 2nd Edition. — CRC Press, 2002. — 675 p.
23. Ames B. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. — 1993. — Vol. 90. — P. 7915—7922.
24. Лебедева Т.С. Пигменты растительного мира / Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. — Киев : НД, 1986. — 86 с.
25. Кацерикова Н.В. Натуральные пищевые красители / Н.В. Кацерикова, В.М. Позняковский. — Новосибирск : Экор, 2000. — 60 с.
26. Кретович В.Л. Почему растения лечат / В.Л. Кретович. — Москва, 1989. — 254 с.

27. Ялкуп С.М. Профилактическое питание в онкологии / С.М. Ялкуп, В.И. Циприян. — Москва : ПолиграфТехСервис, 2002. — 67 с.
28. Halliwell B. Reactive oxygen species and the central nervous system // J. Neurochem. — 1992. — Vol. 59. — P. 1609—1623.
29. Кудрицкая С.Е. Каротиноиды плодов и ягод / С.Е. Кудрицкая. — Київ : Вища школа, 1990. — 211 с.
30. Delgado-Vargas F. Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains: Characteristics, biosynthesis, processing, and stability // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2000. — Vol. 40. — P. 173—179.
31. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов / Томас Гудвин. — Москва : ИЛ, 1986. — 403 с.
32. Abushita A.A. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors // J. Agric. Food Chem. — 2000. — Vol. 48. — P. 2075—2083.
33. Sulaeman A. Carotenoid content, physicochemical, and sensory qualities of deep-fried carrot chips as affected by dehydration/rehydration, antioxidant, and fermentation / A. Sulaeman, L. Keeler, S. Taylor // J. Agric. Food Chem. — 2001. — Vol. 49. — P. 3253—3260.
34. Marx M. Effects of thermal processing on trans-cis isomerization of p-carotene in carrot juices and carotene-containing preparations // Food Chem. — 2003. — Vol. 83. — P. 609—617.
35. Kidmose U. Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying // J. Food Compos. Anal. — 2006. — Vol. 19. — P. 562—570.
36. Godoy H.T. Occurrence of cis isomers of provitamins A in Brazilian vegetables // J. Agric. Food Chem. — 1998. — Vol. 46. — P. 3081—3087.
37. Shi J. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2000. — Vol. 40. — P. 1.
38. Liebler D.C. Antioxidant reactions of carotenoids // Ann. NY Acad. Sci. — 1993. — Vol. 691. — P. 2021—2028.
39. Khachik F. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables / F. Khachik, M. Goli // J. Agric. Food Chem. — 1992. — Vol. 40. — P. 390—399.
40. Landen W.O. Liquid Chromatographic Analysis of all-trans-retinyl palmitate, (3-carotene, and vitamin E in fortified foods and the extraction of encapsulated and onencapsulated retinyl palmitate / W.O. Landen, R.R. Eitenmiller // J. Agric. Food Chem. — 2000. — V. 48(9). — P. 4003—4008.
41. Hornero-Mendez D. Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers paprika and oleoresin by reversed-phase HPLC // J. Agric. Food Chem. — 1993. — Vol. 41. — P. 1616—1620.
42. Saleh M.N. Separation and identification of cis-trans carotenoid isomers / M.N. Saleh, B. Tan // J. Agric. Food Chem. — 1991. — Vol. 39. — P. 1438—1443.
43. Minguez-Mosquera M.I. Changes in carotenoid esterification during the fruit ripening of *Capsicum annum*. Cv Bola // J. Agric. Food Chem. — 1994. — Vol. 42. — P. 640—644.
44. Sanchez-Moreno C. Vitamin C, provitamin A carotenoids, and other carotenoids in high-pressureurized orange juice during refrigerated storage // J. Agric. Food Chem. — 2003. — Vol. 51. — P. 647—653.
45. Sant'Ana H.M.P. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service // Food Chem. — 1998. — Vol. 61. — P. 145—151.
46. DellaPenna D. Vitamin synthesis in plants: tocopherols and carotenoids / D. DellaPenna, B.J. Pogson // Annu Rev. Plant Biol. — 2006. — Vol. 57. — P. 711—738.
47. Mercadante A.Z. Carotenoids from yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) // J. Agric. Food Chem. — 1998. — Vol. 46. — P. 4102—4106.
48. Cano M. HPLC separation of chlorophyll and carotenoid pigments of four kiwi fruit cultivars // J. Agric. Food Chem. — 1991. — Vol. 39. — P. 1786—1791.

49. Baysal T. Supercritical CO₂ Extraction of P-Carotene and Lycopene from Tomato Paste Waste / T. Baysal, S. Ersus, D. Starmans // J. Agric. Food Chem. — 2000. — Vol. 48(11). — P. 5507—5511.
50. Daood H.G. Separation of tomato fruit pigments by TLC and HPLC // Acta Aliment. — 1987. — Vol. 16. — P. 339—350.
51. Daood H.G. Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as the one affected by technological and varietal factors // Food Chem. — 1996. — Vol. 55. — P. 365—372.
52. Lin C. H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage / C.H. Lin, B.H. Chen // Food Chem. — 2005. — Vol. 90. — P. 837—842.
53. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. — Москва : МАИК, Наука, 1998. — 304 с.
54. Chandler L.A. HPLC Separation of cis-trans-carotene isomers in fresh and processing fruits and vegetables / L.A. Chandler, S.J. Schwartz // J. Food Sci. — 1987. — Vol. 52. — P. 669—672.
55. Chen B.H. Effects of different cooking methods on yield of carotenoids in water convolvulus // J. Food Prot. — 1990. — Vol. 53. — P. 1076—1080.
56. Barbary O. Focussed difference testing for the assessment of differences between orange juices made from orange concentrate / O. Barbary, R. Monaka, J. Chan // J. Sens Stud. — 1993. — Vol. 8. — P. 43—67.
57. Biacs P.A. Carotenoids and carotenoid esters from new cross-cultivars of paprika / P.A. Biacs, H.G. Daood, T.T. Huszka // J. Agric. Food Chem. — 1993. — Vol. 41. — P. 1864—1867.
58. Biacs P.A. Studies on the carotenoid pigments of paprika // J. Agric. Food Chem. — 1989. — Vol. 37. — P. 350—353.
59. Markus F. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (paprika) as a function of rippering and some technological factors // J. Agric. Food Chem. — 1998. — Vol. 46. — P. 131—1134.
60. Minguez-Mosquera M.I. Effect of processing of paprika on the main carotenes and esterified xanthophylls present in the fresh fruit // J. Agric. Food Chem. — 1993. — Vol. 41. — P. 2120—2124.
61. Hornero-Mendez D. Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers of the Bola and Agridulce // J. Agric. Food Chem. — 1994. — Vol. 42. — P. 1555—1560.
62. Chen B.H. Processing and stability of carotenoid powder from carrot pulp waste // J. Agric. Food Chem. — 1998. — Vol. 46. — P. 2312—2318.
63. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов / В. Н. Карнаухов. — Москва : Наука, 1988. — 240 с.
64. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзинський. — Київ, 1989. — 115 с.
65. Contestabile A. Antioxidant strategies for neurodegenerative diseases // Expert Opin. Therapeutic Patentis. — 2001. — Vol. 11. — P. 573—585.
66. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений / М.Н. Запрометов. — Москва : Высш. шк., 1974. — 67 с.
67. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запрометов. — Москва : Наука, 1992. — 272 с.
68. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. / Под ред. М.Н. Запрометова. — Москва : Мир, 1986. — 422 с.
69. Liu R.H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals // Am. J. Clin. Nutr. — 2003. — Vol. 78 (3 Suppl). — P. 517—520.
70. The Flavonoid / J.B. Harborne, T.J. Mabry, H. Mabry. — London, 1981. — 1204 p. Vinson J.
71. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits // J. Agric. Food Chem. — 2001. — Vol. 49. — P. 5315—5321.

72. Sun J. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits // J. Agric. Food Chem. — 2002. — Vol. 50. — P. 7449—7454.
73. Einbond L.S. Anthocyanin antioxidants from edible fruits // Food Chem. — 2004. — Vol. 84. — P. 23—28.
74. Кричовская Л.В. Природные антиоксиданты: биотехнологические, биологические и медицинские аспекты / Л.В. Кричовская, Г.В. Донченко, С.И. Чернышев. — Харьков : Дизайн-проект, 2001. — 378 с.
75. Динамика антоцианов в плодах аронии при холодильном хранении / Е.В. Красникова, В.И. Филиппов // Низкотемпературные и пищевые технологии в 21 веке : мат. межд. науч.-практ. конф. : С-Пб, 6—7 июня, 2001. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУНиПТ, 2001. — 389 с.
76. Renard C. Interactions between apple cell walls and native apple polyphenols' quantification and some consequences // Int. J. Biol. Macromol. — 2001. — Vol. 29. — P. 115 — 125.
77. Guyot S. Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices // J. Agric. Food Chem. — 2003. — Vol. 51. — P. 6240—6247.
78. Танчев С.С. Антоцианы в плодах и овощах / С.С. Танчев. — Москва : Пищ. промышленность, 1980. — 304 с.
79. Schwartz S.J. Chlorophylls in foods // CRC Food Sci. Nutr. — 1990. — Vol. 29. — P. 1 — 17.
80. Heaton J.W. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue // J. Agr. and Food. Chem. — 1996. — Vol. 44, № 2. — P. 399—402.
81. Steet J.A. Quatification of color change resulting from pheofitization and nonenzymatic browning reaction in thermally processed green peas // J. Agr. and Food. Chem. — 1996. — Vol. 44, № 6. — P. 153—164.
82. Monreal M. Influence of critical storage temperatures on degradative pathways of pigments in green beans // J. Agric. Food Chem. — 2000. — V. 41. — P. 19—24.
83. Heaton J.W. Discolouration of coleslaw caused by chlorophyll degradation // J. Agric. Food Chem. — 1996. — Vol. 44. — P. 395 — 398.
84. Valadez-Blanco R. In-line colour monitoring during food extrusion: Sensitivity and correlation with product colour // Food Res. Intl. — 2007. — Vol. 40, № 9. — P. 1129—1139.
85. Monzocco L. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods / L. Monzocco, S. Calligaris, D. Mastrocola // Trends in Food Science and Technology — 2001. — Vol. 11. — P. 340—346.
86. Delgado-Vargas F. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins and Betalains — characteristics, biosynthesis, processing and stability // Critical Rev. in Food Sci. and Nutr. — 2000. — Vol. 40, № 3. — P. 173—289.
87. Lin C.H. Effects of thermal processing on stability of carotenoids in some fruit and vegetables // Food Chem. — 2003 — Vol. 88, — P. 1112—1116.
88. Бакулина О.Н. Натуральные красители : К вопросу об улучшении потребительских свойств отечественных продуктов питания // Пищевая промышленность. — 1999. — № 8. — С. 46—47.
89. Saure M.C. External Control of Anthocyanin Formation in Apple // Sci. Hortic. — 1990. — Vol. 42. — P. 181—218.
90. Merzlyak M.N. Apple Flavonols during processing / M. N. Merzlyak, A.E. Solovchenko, A.J. Smagin // J. Plant Physiol. — 2005. — Vol. 162. — P. 151—160.
91. Genovese D.B. Color and cloud stabilization in cloudy apple juice by steam heating during crushing / D.B. Genovese, M. Elustondo, J.E. Lozano // J. Food Sci. — 1997. — V. 62, № 6. — P. 1171—1175.
92. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев. — Москва : Агропромиздат, 1986. — 494 с.
93. Скорикова Ю.Г. Полифенольный состав плодов и овощей и его изменение в процессе консервирования / Ю.Г. Скорикова. — Краснодар : КПИ, 1988. — 69 с.
94. Hutchings J. Colour, appearance, expectations and the food industry// Trends in Food Sci. and Technol. — 2002. — Vol. 11. — P. 340—346.

95. *Марк А.Т.* Биохимия консервирования плодов и овощей / А.Т. Марк. — Москва : Пищ. промышленность, 1977. — 340 с.
96. *Баранова Н.В.* Разработка технологии производства плодово-ягодных смесей из замороженного сырья: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: 05.18.16 / Ялта, 1996. — 2000. — 21 с.
97. *Луканин А.С.* Комплексная переработка плодово-ягодного сырья // Пищевая промышленность. — 1992. — № 1. — С. 31—33.
98. А.с. 1660669 А1 СССР, МКИ5 А 23 L 1/06. Способ производства вишневого или сливового фарша / М.И. Беляев, А.А. Дубинина, Л.П. Малюк, В.И. Анохина (СССР). — № 4727491/13; заявл. 07.08.1989 ; опубл. 07.07.1991, Бюл. № 25. — 6 с.
99. Новое в технологии переработки плодового сырья / Л.П. Малюк, Л.Н. Пилипенко, А.А. Дубинина, С.М. Шамян. — Харьков : Изд. Харьк. ин-та общественного питания, 1995. — 106 с.
100. *Болотов В.М.* Химическая модификация структуры натуральных антоциановых красителей / В.М. Болотов, Д.В. Рудаков // Известия ВУЗов : Пищевая технология. — 1996. — № 6.
101. А.с. № 1535517 А1 СССР, МКИ5 А 23 L 1/272. Способ повышения стабильности природной окраски пастеризованного натурального гранатового сока при хранении / Г.К. Гафизов, Л.Г. Семочкина (СССР). № 1535517 ; заявл. 21.09.1987 ; опубл. 15.01.1990, Бюл. № 2. — 4 с.
102. *Friedman M.* Inhibition of polyphenol oxidase by thiols in the absence and presence of potato tissue suspensions / M. Friedman, F. Bautisha // J.Agr. and Food Chera. — 1999. — Vol. 47, № 1. — С. 56—60.
103. *Hernander A.* High-pressure and temperature effects on enzyme inactivation in tomato pure // Agr. and Food Chem. — 1998. — V. 46, № 1. — P. 266—270.
104. *Gomes V.R.* Degradation of polyphenol compounds in fruits and vegetables // J. Food Sci. — 1999. — Vol. 64. — P. 1116—1200.

УДК 664.681.14

USE OF MODIFIED STARCH AND MILK PROTEIN ISOLATE IN THE TECHNOLOGY OF HARD DOUGH COOKIES FOR SPECIAL PURPOSE

A. Dorohovych, M. Petrenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Functional foods
Protracted cookies
Nutritiology
Crosslinked starch
Protein isolate*

Article history:

Received 17.05.2017
Received in revised form
03.06.2017
Accepted 18.06.2017

Corresponding author:

A. Dorohovych
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article describes the results of theoretical and experimental studies on the use of the technology of hard dough cookies made of modified starch and milk protein isolate. Hard dough cookies were selected as an object of study, as they have a balanced chemical composition of proteins, fats and carbohydrates. Attention is paid to the choice of the optimal ratio of new raw materials, their impact on the quality of the finished product and semi-finished products used in its production (emulsion and dough). The impact of modified starch and milk protein isolate on baking processes and preservation of protracted cookies has been described. The significant influence of new raw materials on the structural and mechanical properties of the dough is proved, as it acquires more elastic properties due to the increase in the amount of bound moisture. It is established that the introduction of starch and protein isolate prolongs the duration of heat treatment of a hard dough cookie. Hard dough cookies with new raw materials have good organoleptic characteristics, as well as high biological and nutritional value. They are enriched with proteins and dietary fibers and have the status of a functional product, since they provide 20% of the daily human need for fiber.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-21

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ ТА ІЗОЛЯТУ МОЛОЧНОГО БІЛКА В ТЕХНОЛОГІЇ ЗАТЯЖНОГО ПЕЧИВА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

А.М. Дорохович, М.М. Петренко

Національний університет харчових технологій

У статті описані результати теоретичних і експериментальних досліджень щодо використання у технології затяжного печива зшитого крохмалю та ізоляту молочного білка. Об'єктом для збагачення виступає затяжне печиво, оскільки воно має оптимальне співвідношення білків, жи-

рів і вуглеводів порівняно з рештою видів печива. Увага приділена вибору оптимального співвідношення нових сировинних компонентів, їх впливу на якість зтяжного печива та напівфабрикатів для його виробництва (емульсія, тісто). Також охарактеризовано вплив жиристого крохмалю та білкового ізоляту на процеси термообробки та зберігання зтяжного печива. Доведено суттєвий вплив нової сировини на структурно-механічні показники тіста, яке набуває більш пружних властивостей за рахунок збільшення кількості зв'язаної вологи. Встановлено, що внесення крохмалю і білкового ізоляту подовжує тривалість термообробки зтяжного печива. Зтяжне печиво з новою сировиною має хороші органолептичні показники, високу біологічну та харчову цінність, збагачене білками і харчовими волокнами. Це функціональний продукт, що забезпечує 20% добової потреби людини в клітковині.

Ключові слова: функціональні продукти, зтяжне печиво, нутриціологія, жиристый крохмаль, білковий ізолят.

Постановка проблеми. Одним з актуальних напрямків розвитку кондитерської промисловості є розробка нових виробів функціонального призначення, які здатні забезпечувати необхідну кількість біологічно активних речовин у добовому раціоні сучасної людини. При зростаючих тенденціях до зниження калорійності харчових продуктів, потреба в макро- і мікронутрієнтах залишається незмінною, адже їх відсутність призводить до зниження імунітету, погіршення здоров'я і знижує якість життя.

Корисними вважаються продукти дієтичного та функціонального призначення з високим вмістом біологічно активних компонентів (антиоксидантів, вітамінів, амінокислот, мінеральних речовин, харчових волокон), зі зниженою калорійністю, а також з низьким вмістом цукру і жиру. Вживання таких продуктів покращує фізіологічні процеси в організмі, зміцнює імунітет і загальний стан організму людини, а також сприяє профілактиці хронічних захворювань [1].

Перспективним шляхом створення продуктів дієтично-функціонального призначення є збагачення існуючих продуктів біологічно активними речовинами за рахунок використання нетрадиційних видів сировини [2]. Серед борошнених кондитерських виробів об'єктом для збагачення є зтяжне печиво, оскільки серед всіх видів печива воно має найбільш збалансований хімічний склад за вмістом білків, жирів і вуглеводів, що робить його прийнятною основою для розробки продуктів здорового харчування.

Науковими дослідженнями, що стосуються питання розробки борошнених кондитерських виробів спеціального призначення, займалися такі відомі вчені: А.Є. Туманов, А.М. Дорохович, О.М. Яременко, М.О. Левачов, Г.Ф. Сверюков та інші. Зокрема широкий комплекс досліджень щодо створення зтяжного печива зі зниженою калорійністю та цукроємкістю був проведений Яременко О.М., в працях якої [3; 4] доводиться доцільність використання в рецептурах зтяжного печива дієтичних харчових волокон та цукрозамін-

ників для надання йому дієтично-функціональних властивостей, а також проводиться глибокий аналіз впливу нової сировини на процеси приготування, термооброблення та зберігання печива.

Для поліпшення хімічного складу печива було прийнято рішення збагатити його клітковиною та білковими компонентами, оскільки ці компоненти є одними з найбільш дефіцитних в сучасному раціоні. Як джерело харчових волокон був використаний зшитий модифікований крохмаль, вміст клітковини в якому складає 60%, а як джерело функціонального білка був обраний ізолят молочного білка. Використання даних видів функціональних компонентів дає змогу покращити хімічний склад зтяжного печива, не вносячи при цьому суттєвих змін до технологічного процесу, а також виготовляти дане печиво на існуючому обладнанні [5].

Мета статті: дослідити вплив зшитого модифікованого крохмалю та ізоляту молочного білка на якість зтяжного печива структурно-механічні показники тіста та емульсії для його виробництва, а також на процеси термообробки і зберігання печива.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень було зтяжне печиво, напівфабрикати (тісто, емульсія) і сировина для його приготування. Як основну сировину використовували пшеничне борошно вищого ґатунку, зшитий модифікований крохмаль марки «Hi-Maize», ізолят молочного білка, а також інші компоненти згідно з рецептурою. Для контролю вологості печива, напівфабрикатів і сировини використовували сушильну шафу СЕШ-3 і прилад Чишової. Для визначення пружності клейковини зтяжного тіста використовували прилад для вимірювання ступеня деформації клейковини ІДК-2. Для визначення в'язкості емульсії використовувався капілярний віскозиметр. Визначення структурно-механічних характеристик тіста проводилося на приладі «Структурометр СТ-1» і фаринографі Брабендера. Форми зв'язку вологи в досліджуваних зразках тіста визначали методом термогравіметричного аналізу на приладі «Дериватограф Q-1500D» за зміною швидкості видалення вологи і величин теплових ефектів, що дало змогу проаналізувати характер процесів, які відбувались при прогріванні досліджуваних зразків. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей зтяжного печива проводили на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена.

Результати і обговорення. Під час досліджень використовувалась нетрадиційна для кондитерської галузі сировина, а саме: зшитий модифікований крохмаль марки «Hi-Maize» та ізолят молочного білка. Зшитий модифікований крохмаль належить до групи стійких модифікованих крохмалів, які стійкі до розщеплення ферментами тонкого кишечника людини, а значить, здатні без змін надходити до товстого кишечника, де виконують роль харчових волокон [6]. Споживання стійких крохмалів сприяє покращенню цілого ряду функцій організму людини, зокрема зменшує рівень холестерину в крові, покращує функцію кишечника, зменшує ризики появи в ньому злоякісних пухлин тощо [7].

Стійкі крохмалі даної групи являють собою необроблені нежелатинізовані крохмалі в нативному вигляді, що знаходяться у вигляді гранул. Крохмаль у

них щільно упакований, частково дегідратований, що обмежує його доступність для ензимів. Стійкі крохмалі характеризуються низькою калорійністю, яка знаходиться в межах 1,5—2,5 ккал/г, що дає змогу використовувати їх у розробці дієтичних продуктів. Слід також зазначити, що на відміну від традиційних джерел харчових волокон, зокрема продуктів переробки рослинної сировини (порошків, шротів і т. д.), стійкі крохмалі не створюють негативного впливу на якість готових виробів, а навпаки, покращують структуру та зовнішній вигляд виробів, що робить їх ідеальним збагачувачем при виробництві борошняних кондитерських виробів.

Ізолят молочного білка служить джерелом тваринного білка з високим вмістом незамінних амінокислот [8]. Казеїн — складний білок молока, що відноситься до групи фосфопротеїдів. У молоці знаходиться у вигляді легко-розчинної кальцієвої солі. Середній вміст казеїну в молоці складає 3%. Виділяють два види харчового казеїну: кислотний, що отримують коагуляцією білків знежиреного коров'ячого молока під дією молочної або соляної кислот, та ферментний, який одержують коагуляцією білків знежиреного коров'ячого молока за допомогою молокозідальних ферментних препаратів або пепсинів [9]. Готовий ізолят казеїну являє собою білий амфотерний порошок без ясно вираженого смаку і запаху, що дає змогу вносити його до рецептури печива без зміни його органолептичних властивостей та робить його дешевим і зручним білковим збагачувачем для функціональних продуктів [10].

Важливим етапом розробки нового виду затяжного печива було визначення оптимальної кількості нетрадиційних сировинних компонентів у рецептурі, при якому готове печиво матиме органолептичні показники не гірші, ніж у звичайного печива. При проведенні досліджень використовували три зразки печива: перший зразок — контроль, другий зразок — в тісто додавали зшитий крохмаль, третій зразок — додавали ізолят молочного білка. Оцінку якості печива проводилася за органолептичними показниками згідно з ДСТУ 3781-14. Дослідні зразки печива, приготовані з нової сировини, відрізняються порівняно більшим об'ємом, рівномірною структурою в розломі, більшою щільністю і високими смаковими якостями. Оптимальна якість печива спостерігається при внесенні крохмалю в кількості 20%, а білкового ізоляту — 8%.

Окрім органолептичних показників, суттєво змінюються також структурно-механічні і фізико-хімічні властивості емульсії для затяжного печива, які служать основним показником її якості. Ці властивості характеризуються показниками стійкості емульсії до розшарування та її густиною. Для всіх трьох зразків рецептур печива було проведено визначення даних показників при температурі 40° С. Густина емульсії для першого зразка — 1,01 г/см³, другого — 1,28 г/см³, третього — 1,30 г/см³. Стійкість емульсії при цьому зростає, відповідно, в 2,5 і 2,7 рази, порівняно з контрольним зразком.

Проаналізувавши отримані дані, можна побачити, що при внесенні нової сировини спостерігається значне збільшення густини емульсії, що, у свою чергу, збільшує її стійкість до розшарування. Зростання стійкості емульсії

обумовлено активним зв'язуванням вологи зшитим крохмалем та молочним ізолятом, водопоглинальна здатність яких значно вища за водопоглинальну здатність борошна. Таке активне поглинання і зв'язування води, що вноситься в емульсію, зменшуючи кількість вільної вологи в емульсії, позитивно впливає на показник стійкості емульсії та підвищує її якість, однак значне зростання густини емульсії може викликати труднощі при транспортуванні емульсії в умовах виробництва, тому для забезпечення оптимальних умов тісто приготування рекомендується в емульсію вносити лише ізолят молочного білка, а зшитий крохмаль додавати разом з борошном у процесі замішування зтяжного тіста.

Якість готового зтяжного печива найбільше залежить від структурно-механічних властивостей тіста, з якого воно формується. Тісто для зтяжного печива має мати пружно-еластичну структуру і не втрачати її під час обробки, прокатки і формування тістових заготовок. Пружно-еластична структура тіста забезпечується насамперед клейковинним каркасом тіста, який утворюється за рахунок набухання білків клейковини. Для визначення впливу зшитого крохмалю та білкового ізоляту на властивості клейковинного каркасу зтяжного тіста було проведено дослідження зразків тіста (табл. 1), замішаних згідно з контрольною (№ 1) та відповідними робочими рецептурами (№ 2, № 3), в які було внесено зшитий крохмаль та ізолят молочного білка.

Таблиця 1. Показники якості клейковинного комплексу зтяжного печива

Показники	Номер зразка		
	№ 1 контроль	№ 2 з крохмалем	№ 3 з крохмалем і білковим ізолятом
Вміст клейковини, % до маси борошна	26,4	22,3	18,6
Гідратаційна здатність, %	178,0	143,0	130,0
Розтяжність, см	15	12	11
Пружність ІДК-2, од. пр.	86,0	74,0	72,0

Проаналізувавши отримані дані, можна стверджувати, що при внесенні в тісто зшитого крохмалю та ізоляту молочного білка спостерігається укріплення клейковинного комплексу зтяжного тіста — зменшується розтяжність і пружність клейковини. Внесення нової сировини також призводить до зменшення кількості сировини клейковини та значного падіння її гідратаційної здатності (на 35 та 48% відповідно), що свідчить про зменшення кількості вільної води в тісті і, очевидно, може бути зумовлено зв'язуванням вільної вологи клітковиною і білками, що вносяться до тіста з новою сировиною. Таке укріплення клейковинного комплексу відповідним чином також впливає на структурно-механічні показники зтяжного тіста — підвищує його пружно-еластичні характеристики, знижує адгезивні властивості та зміцнює структуру тіста в цілому. Аналіз тіста, проведений на фаринографі (табл. 2), підтверджує висловлені припущення щодо впливу нової сировини на структуру тіста.

Таблиця 2. Результати аналізу фаринограм

Показники	Номер зразка		
	№ 1 контроль	№ 2 з крохмалем	№ 3 з крохмалем і білковим ізолятом
Водопоглинальна здатність	58,6	59,4	61,0
Час утворення тіста, хв	1,5	1,5	4,0
Стабільність, хв	0,0	0,0	0,0
Розрідження, од. пр.	120	125	135
Змішувальна цінність	37	28	60
Розтяжність, од. пр.	120	110	130

Для визначення стану вологи в тістових масах застосований метод термогравіметрії. Дослідження проводили за допомогою приладу «Дериватограф Q-1500D» в діапазоні температур 20—200° С. Досліджували зразки тіста з вологістю 27,5%. Аналіз дериватограм було проведено відповідно до загальноприйнятої методики, результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Результати дериватографічного аналізу

Показник	Номер зразка		
	№ 1 контроль	№ 2 з крохмалем	№ 3 з крохмалем і білковим ізолятом
Загальна волога, %	27,0	27,0	27,0
Вільна волога, %	60,0	43,0	44,5
Зв'язана волога, %	40,0	57,0	55,5
Енергія активації, %	5,22	9,23	9,12

Аналіз дериватограм вказує на те, що додавання зшитого крохмалю та білкового ізоляту істотно впливає на співвідношення вільної та зв'язаної вологи в затижньому тісті. Тісто з додаванням обох компонентів містить 55,5% зв'язаної вологи, в той час як зразок тіста, що приготований на воді (контроль) містить лише 40% зв'язаної вологи. Таке значне зростання кількості зв'язаної вологи можна пояснити наявністю міцних форм зв'язку вологи в зразках, відмінних від контрольного, зокрема найсуттєвіше волога може утримуватися завдяки харчовим волокнам, які вносяться в тісто разом зі зшитим крохмалем і здатні міцно зв'язувати вільну вологу. Ізолят молочного білка здатен зв'язувати значну кількість вологи, однак його вплив слабший, ніж у крохмалю, на що вказує менша результуюча кількість зв'язаної вологи, порівняно зі зразком без молочного ізоляту. Крім того, спостерігається підвищення енергії активації в зразках, відмінних від контрольного, що також свідчить про появу більш міцних форм зв'язку вологи в тісті після внесення до його складу нових компонентів.

Збільшення кількості зв'язаної вологи в тісті впливатиме на тривалість термооброблення затижного печива і вимагатиме корегування тривалості й температури випікання нового затижного печива. Окрім того, зменшення кількості вільної вологи сповільнює процеси черствіння затижного печива і позитивно впливає на процес його зберігання. Однак тривалість і умови збе-

рігання печива обумовлює не лише кількість зв'язаної вологи, а й інтенсивність сорбційно-десорбційних процесів, що неминучі при зберіганні, тому було проведено дослідження згаданих сорбційно-десорбційних процесів на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. Результати досліджень показали незначний вплив крохмалю та ізоляту молочного білка на активність сорбційних процесів у зтяжному печиві, рівноважна вологість у зразку печива, що містив обидва найменування нової сировини збільшилась лише на 2%. Слід зазначити, що для зтяжного печива, яке при зберіганні здатне активно поглинати вологу, навіть незначна сорбційна здатність матиме негативний вплив на якість продукту і термін зберігання, тому рекомендується упаковувати готове печиво у герметичну упаковку.

Нове зтяжне печиво має найбільш близьке до оптимального співвідношення білків, жирів і вуглеводів в порівнянні з печивом «Марія», яке було обране як контроль, що свідчить про успішність збагачення. Оскільки крохмаль та ізолят молочного білка не мають ясно виражених смакових властивостей, то органолептичні показники готового печива є ідентичними печиву «Марія». Енергетична цінність зтяжного печива з ізолятом молочного білка та зшитим крохмалем — 379 ккал/100 г. Глікемічний індекс даного печива складає 38 одиниць, що на 10 одиниць менше, ніж у печива «Марія», (50 од.) і не перевищує межу в 40 одиниць.

Висновки

Проведені дослідження з розроблення нового зтяжного печива показали, що включення до рецептури печива зшитого модифікованого крохмалю та ізоляту молочного білка дають змогу створити зтяжне печиво з підвищеною харчовою і біологічною цінністю, зниженою калорійністю, яке збагачене білками і клітковиною, забезпечує потребу людини у харчових волокнах на 20%, а у білках — на 15% від добової потреби. Завдяки цьому, печиво можна вважати продуктом дієтично-функціонального призначення. Внесення нової сировини не значно впливає на технологічні параметри виробництва зтяжного печива, тому його можна виготовляти на існуючому обладнанні. Зважаючи на високі органолептичні характеристики та функціональну спрямованість печиво можна рекомендувати до вживання всім верствам населення, без суттєвих обмежень.

Література

1. Харченко Н.В. Дієтологія : підручник / за ред. Н.В. Харченко, Г.А. Анохіна. — Київ : Меридіан, 2012. — 526 с.
2. Острик А.С. Использование нетрадиционного сырья в кондитерской промышленности: Справочник / А.С. Острик, А.Н. Дорохович, Н.В. Мироненко. — Киев : Урожай, 1989. — 112 с.
3. Яременко О.М. Розробка цукрового, здобного, зтяжного печива з низьким показником глікемічності / О.М. Яременко, А.М. Дорохович // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2008. — № 25. — С. 84—86.
4. Дорохович А.М. Розроблення інноваційних технологій цукрового, здобного та зтяжного печива низької калорійності / А.М. Дорохович, О.М. Яременко // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і

торгівлі: міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2008 р. : тези доповідей. — Харків : ХДУХТ, 2008. — С. 56—57.

5. *Маршалкин Г.А.* Производство кондитерских изделий : Учеб. / Г.А. Маршалкин. — Москва : Колос, 1994. — 272 с.

6. *Полумбрик М.О.* Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. — Київ : Академперіодика, 2011. — 487 с.

7. *Fuentes-Zagarova E., Riquelme-Navarrete M.J., Sanchez-Zapata E.* Resistant starch as functional ingredient: a review // Food Res. Int. — 2010. — V. 43. — P. 931—942.

8. *Махинько В.М.* Високобілкові добавки в хлібопеченні / В.М. Махинько, Л.М. Черниш // Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 6(183). — С. 57—60.

9. *Іщенко І.* Навряд чи знайдеться ефективніший збагачувач хліба, ніж молочний казеїн / Т. Іщенко, О. Шидловська, Ю. Ткачук, В. Доценко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. — 2009. — № 10(59). — С. 4—8.

10. *Капрельянц Л. В.* Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. — Одеса : Друк, 2003. — 312 с.

УДК 637.344 : 57.083

ASSESSMENT OF CYTOTOXIC ACTIVITY OF MILK WHEY ENRICHED WITH MAGNESIUM AND MANGANESE PARTICLES

O. Kochubei-Lytvynenko, O. Chernyshok

National University of Food Technologies

N. Dmytrukha, O. Lahutina

SI "Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine"

Key words:

*Milk whey
Magnesium and
manganese bioelement
particles
Electrical discharge
processing
Test-object in vitro
Cell culture
Cytotoxicity*

ABSTRACT

The article is dedicated to the analysis of cytotoxicity of milk whey, enriched by magnesium and manganese particles, obtained by electrical discharge dispergation of metal pellets in the milk whey. It is determined that enrichment of milk whey with magnesium and manganese particles did not cause changes in its properties, which could influence significantly the resiliency and morphology of cells line HEK-293, L-929, RTR. HEK-293 cells line was the most susceptible to the influence of both endemic milk whey and milk whey enriched with magnesium and manganese particles. It could indicate that kidney cells have higher sensitivity comparing to other ones.

Article history:

Received 05.05.2017
Received in revised form
24.05.2017
Accepted 17.06.2017

Corresponding author:

O. Kochubei-Lytvynenko

E-mail:

npuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-22

ОЦІНЮВАННЯ ЦИТОТОКСИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ, ЗБАГАЧЕНОЇ ЧАСТИНКАМИ МАГНІЮ І МАНГАНУ

О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок

Національний університет харчових технологій

Н.М. Дмитруха, О.С. Лагутіна

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України»

Стаття присвячена вивченню цитотоксичної дії молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мангану, отриманих методом електроіскрового диспергування гранул металів у її середовищі. Встановлено, що збагачення молочної сироватки частинками магнію і мангану не викликало змін її властивостей, які б могли суттєво вплинути на життєздатність та мор-

фологію клітин ліній НЕК-293, L-929, РТР. Найбільш вразливими до дії молочної сироватки (як нативної, так і збагаченої частинками магнію та мангану) виявились клітини лінії НЕК-293, що може вказувати на більшу чутливість клітин нирок порівняно з іншими клітинами.

Ключові слова: молочна сироватка, частинки біоелементів магнію та мангану, електроіскрове оброблення, біологічні тест-об'єкти *in vitro*, культура клітин, цитотоксичність

Постановка проблеми. Мінеральні речовини — мікроелементи відносяться до есенціальних, життєво необхідних компонентів їжі, що виконують в організмі людини важливі фізіологічні функції. Вони беруть участь в обміні речовин, у процесах кровотворення, росту, розмноження, диференціювання і стабілізації клітинних мембран, у тканинному диханні, функціонуванні нервової, ендокринної та імунної систем тощо [1—2].

Макро- та мікроелементи в організм людини надходять з питною водою, їжею, а також з мінеральними та вітамінно-мінеральними комплексами, біологічно-активними добавками. Проте проблема дефіциту цілого ряду мінеральних речовин у раціоні харчування середньостатистичної людини залишається недостатньо вирішеною. На особливу увагу заслуговують так звані біоелементи або біогенні елементи, що забезпечують життєдіяльність організму людини [2].

До життєво необхідних біоелементів відносяться кальцій, фосфор, сірка, калій, натрій, магній, залізо, мідь, цинк, манган, молібден, кобальт, хром, селен, йод [2]. Дефіцит цих макро- і мікроелементів в організмі супроводжується специфічними структурними й функціональними порушеннями, тому збагачення продовольчої сировини та харчових продуктів біоелементами є актуальним.

Найбільш поширеним способом поповнення дефіциту мінеральних речовин у харчових продуктах є внесення солей неорганічних кислот. Однак більшість відомих препаратів погано розчиняються у воді, мають неприємний гіркий смак, що може негативно вплинути на органолептичні властивості харчових продуктів, а це є неприпустимим згідно з вимогами збагачення харчових продуктів [3]. До того ж мінерали в такій формі мають низьку біологічну доступність, а, як відомо, до основних ознак біоелементів відносять саме їх високу засвоюваність і відповідну форму знаходження в організмі (сполуки, аналогічні природнім) [2].

Сучасні наукові досягнення відкривають широкі перспективи для виробництва та використання нових форм препаратів біогенних металів, зокрема у вигляді гідратованих чи цитратованих наночастинок металів (наноаквахелатів), отриманих внаслідок ерозійно-вибухової нанотехнології й електроіскрового диспергування струмопровідних гранул металів [4; 5]. На сьогодні препарати біогенних металів, створені із залученням нанотехнологій, починають використовувати в медицині, ветеринарії, сільському господарстві, парфумерній і харчовій продукції [6—9].

Застосування водних колоїдних розчинів металів у технології молочних продуктів, особливо молочних концентратів, нераціональне з огляду на

додавання води. Тому в Національному університеті харчових технологій разом із науковцями Національного університету біоресурсів і природокористування України тривають дослідження щодо вивчення доцільності збагачення молочної сироватки цінними мінеральними елементами, зокрема магнієм і манганом, під час об'ємного електроіскрового диспергування струмопровідних гранул металів безпосередньо в її середовищі. Оброблення молочної сироватки в такий спосіб забезпечує її збагачення магнієм і манганом, що здатні утворювати метало-лігандові комплекси з компонентами молочної сироватки, а це сприятиме підвищенню їх біологічної доступності, та, власне, дозволить класифікувати як біоеlementи [2].

Відомо, що Mg і Mn не тільки надають харчовим продуктам функціональних властивостей, оскільки є активаторами й кофакторами багатьох важливих ферментів, що залучаються до обмінних процесів [1], але й відіграють істотну технологічну роль. Вони, наприклад, здатні активізувати і стабілізувати дію ферментів дріжджової клітини, сприяють зростанню молочнокислої мікрофлори тощо.

Отже, збагачення цінної вторинної молочної сировини магнієм і манганом є актуальним і відкриває перспективи для розширення сфери її використання. Проте відсутність відомостей про можливу небезпеку частинок металів, утворених електроіскровим диспергуванням струмопровідних гранул у середовищі молочної сироватки, обумовлює необхідність проведення відповідних токсиколого-гігієнічних досліджень.

Як правило, у вітчизняній і світовій практиці для доведення небезпечності речовин проводять дослідження на теплокровних тваринах. Проте сьогодення вимагає одержання інформації про токсичність та небезпечність речовин і продуктів за менш затратних способів, в експрес-режимі та більш гуманно, ніж традиційно визначеними методами експериментальних досліджень на лабораторних тваринах.

Нині активно розвиваються альтернативні методи *in vitro* на біологічних тест-об'єктах. Як моделі *in vitro* використовуються системи різної біологічної організації — безхребетні тварини, гідробіонти, мікроорганізми, рослини, культури клітин людини й тварин, а також молекулярні системи (білки, ферменти) [10—12]. *In vitro*-моделі придатні не тільки для отримання даних «доза-відповідь», а й для встановлення механізмів токсичної дії речовини [13—15].

За рекомендаціями ISO дослідження цитотоксичної дії речовин, у тому числі наночастинок і наноматеріалів, можуть проводитись на первинних культурах клітин і тканин, виділених з організму тварин, людини та перещеплювальних або постійних, отриманих з окремих видів пухлин. Таку оцінку проводять з використанням культур клітин: лімфоцитів крові людини; фібробластів, гепатоцитів, макрофагів гризунів; з лімфоми мишей L5178Y; гепатокарциноми людини (Hep-G2); нормальних кератиноцитів людини (HaCat); недрібноклітинного раку легень людини (A-549) та інших. Вибір клітин-мішеней залежить від очікуваних біологічних ефектів досліджуваних речовин. Дослідження безпосередньо на культурі клітин людини спрощує екстраполяцію даних і прогнозування токсичності речовини відносно організму людини [12].

Мета дослідження: встановлення безпечності молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мангану, отриманих внаслідок електроіскрового диспергування гранул металів в її середовищі, альтернативним *in vitro* методом з використанням клітинних тест-об'єктів.

Матеріали і методи. Об'єкт досліджень: молочна сироватка з-під сиру кисломолочного, збагачена частинками магнію і мангану внаслідок електроіскрового оброблення в розрядній камері зі струмопровідним прошарком гранул відповідних металів. Як контроль взято молочну сироватку з-під сиру кисломолочного, очищену від частинок білка.

Електроіскровий спосіб оброблення реалізовували на лабораторній установці, що складається з генератора розрядних імпульсів (частота імпульсів — 0,2—2,0 кГц; індуктивність розрядного контуру — 1 мкГ); розрядної камери з магнівою або мангановою електродною системою та струмопровідним прошарком гранул відповідних металів; блоку управління; вимірювальних і допоміжних приладів. Як накопичувач енергії використовувався конденсатор ємністю 100 мкФ [5]. Оброблення здійснювали за таких параметрів: об'єм розрядної камери — 300 см³; експозиція — 60 с; температура молочної сироватки — (20±2)° С.

Вміст металічних елементів у зразках сироватки визначали в лабораторії аналітичної хімії та моніторингу токсичних речовин ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 210 DV (Perkin Elmer, США).

Розмір частинок встановлювали на аналізаторі дисперсності частинок Malvern Instruments Ltd., Велика Британія. рН визначали на іонімірі універсальному И-160 М; окисно-відновний потенціал — платиновим електродом на іонімірі універсальному ЕВ-74.

Дослідження цитотоксичної дії молочної сироватки, збагаченої магнієм і манганом внаслідок електроіскрового оброблення проводили на базі лабораторії промислової токсикології і гігієни праці при використанні хімічних речовин ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» на культурах клітин лінії НЕК-293 (ембріональні клітини нирки людини), L-929 (перещеплювальна лінія фібробластів миші) та РТР (перещеплювальні клітини тестикулів поросят), отриманих з Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Клітини, що використовували в експерименті, культивували в поживному середовищі RPMI 1640 (“SIGMA”, США), яке містило 4 ммоль/дм³ L-глутаміну, 10% ембріональної сироватки теляти (“SIGMA”, США), 40 мкг/см³ гентаміцину в зволоженій атмосфері з 5% CO₂ за температури 37° С. Зміну поживного середовища проводили кожні 2 доби. Пересів клітин здійснювали за допомогою розчину Версена при утворенні клітинами суцільного моношару.

Цитотоксичну активність досліджували за допомогою загальноновизнаних тестів, а саме: визначення мітохондріальної активності (за МТТ-тестом) та синтезу білка (тестом фарбування сульфородаміном В (SRB-тест)) [10, 11].

МТТ-тест полягає у визначенні функціонування мітохондрій за активністю дегідрогеназ, що утворюють кристали з солями тетразолію [16]. Для виконання досліджень клітини висаджували на 96-лункові планшети в

концентрації $1 \cdot 10^5 / \text{см}^3$ по 100 мкл на лунку у повному поживному середовищі. Через 24 год до клітин вносили дослідні зразки молочної сироватки у природній концентрації з подальшим послідовним розведенням (1:2). Через 24 год культивування в середовище вносили барвник МТТ (3-[4,5-Dimethylthiazole-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide; Thiazolyl blue) (SIGMA, США) по 10 мкл/лунку в концентрації 5 мг/см³ на 3 години. Після цього планшет центрифугували (1500 об./хв протягом 5 хв), видаляли супернатант і додавали в кожну лунку по 50 мкл DMSO (диметилсульфоксид; SERVA) для розчинення кристалів формазану. Через 30 хв інкубації за кімнатної температури визначали оптичну густину вмісту лунок за довжини хвилі 540 нм за допомогою мультилуноквого спектрофотометру Sunrise Tecan (Австрія). За контроль були взяті лунки з клітинами в поживному середовищі, до яких не додавали досліджувану сироватку.

SRB-тест використовували для визначення життєздатності клітин, за інтенсивністю синтезу білка в клітині. Для його проведення на 96-лунокві планшети висаджували клітини в концентрації $1 \cdot 10^5 / \text{мл}$ по 100 мкл на лунку в повному поживному середовищі. Через 24 год до клітин вносили дослідні зразки сироватки в природній концентрації з подальшим послідовним розведенням (1:2), інкубували їх за температури 37° С протягом 24 годин. Потім клітини фіксували 50% розчином трихлороцтової кислоти (ТХО) (кінцева концентрація 10%) протягом 1 год за температури 4° С і промивали проточною водою. Фіксовані у лунках клітини фарбували 0,4% розчином сульфородаміну Б (Sulforodamine B SIGMA, США) протягом 30 хв. Після видалення барвника лунки промивали 1% розчином оцтової кислоти і розчиняли барвник додаванням 10 мМ розчину Tris-base (10 хв на шейкері). Результати дослідів реєстрували за допомогою мультилуноквого спектрофотометра Sunrise Tecan (Австрія) при довжині хвилі — 540 нм.

Результати і обговорення. Результати фізико-хімічних досліджень і дисперсного аналізу дослідних зразків молочної сироватки до та після електроіскрового оброблення представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика дослідних зразків молочної сироватки

Номер зразка	pH	ОВ-потенціал, (–Е), мВ	Середній розмір частинок, мкм	Вміст Mg, мг/кг	Вміст Mn, мг/кг
1	$4,40 \pm 0,2$	10	$0,562 \pm 0,23$	$59,8 \pm 0,59$	$0,015 \pm 0,002$
2	$4,75 \pm 0,2$	73	$0,560 \pm 0,13$	$170,0 \pm 5,08$	$0,018 \pm 0,001$
3	$5,10 \pm 0,2$	102	$0,536 \pm 0,39$	$58,4 \pm 0,05$	$0,069 \pm 0,003$

Номер зразка: 1 — сироватка з-під сиру кисломолочного (контроль); 2, 3 — сироватка, оброблена в розрядній камері з шаром гранул металів між основними електродами магнію та мангану відповідно.

Під час досліджень відмічене підвищення окисно-відновного потенціалу в обробленій сироватці (підвищення антиоксидантних властивостей), що може свідчити як на користь проходження в системі процесу $M \leftrightarrow M^{n+} + ne$, так і на ймовірне комплексоутворення між іонами металів і біолігандами молочної сироватки, що, у свою чергу, приводить до підвищення біологічної доступності магнію й мангану в обробленій сироватці.

Дисперсним аналізом дослідних зразків сироватки встановлено, що середній розмір частинок молочної сироватки до та після оброблення суттєво не відрізнявся. Оскільки токсичність системи може залежати від розміру диспергованих в сироватці частинок металів [17], додатково встановлювали середній гідродинамічний діаметр частинок магнію і мангану в колоїдних розчинах, отриманих електроіскровим диспергуванням гранул відповідних металів у водному середовищі за подібних до сироватки параметрів оброблення. Встановлено, що колоїдні розчини магнію і мангану мали частинки в нано- (близько 30 нм) і мікророзмірному діапазоні (від 100 нм до 10 мкм). При цьому середній розмір частинок у колоїдному розчині магнію складав 118 ± 5 нм, мангану — 270 ± 11 нм.

Дослідження цитотоксичних властивостей молочної сироватки, збагаченої частинками металів магнію й мангану, дали змогу встановити, що найбільшою цитотоксичною дією стосовно клітин НЕК-293 володіла, власне, сама сироватка молочна (24,3% живих клітин). У дослідних зразках, збагачених магнієм і манганом, кількість живих клітин була дещо більшою — 26,4% та 26,8% відповідно (рис. 1, позначення НР — нерозведена сироватка). Такий цитотоксичний ефект можливо обумовлений низьким рН усіх зразків сироватки (див. табл. 1), що сприяло зниженню життєздатних клітин за рахунок їх лізису. Відмічено, що зменшення концентрації сироватки в інкубаційному середовищі у 8 і більше разів (та, відповідно, підвищення рН середовища до рівня оптимального для функціонування клітин сприяло їх нормальному росту). Цитотоксична дія молочної сироватки, збагаченої частинками Mg й Mn, була приблизно такою, як і в молочній сироватці до оброблення. Так, у розведенні 1:2 кількість живих клітин складала 55,4% (сироватка з Mg) та 49,3% (сироватка з Mn), а в розведеннях у 8 і більше разів спостерігалась нормальна життєдіяльність клітин подібно до звичайної сироватки. Кількість живих клітин була від 82 до 94,6% порівняно з контролем.

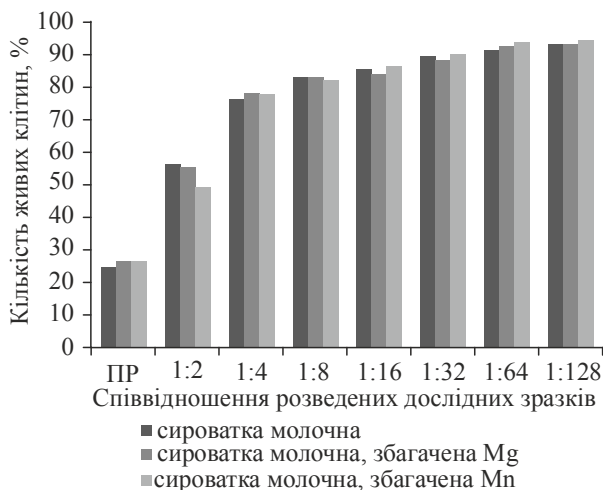


Рис. 1. Оцінка цитотоксичної дії молочної сироватки, збагаченої частинками Mg і Mn, на культури клітин лінії НЕК-293 (у МТТ-тесті)

Дослідження, виконані на клітинах лінії L-929, показали, що зразки молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мангану, стимулювали проліферацію, яка сприяла підвищенню кількості живих клітин (більше ніж 100% в контролі) (див. рис. 2). Тоді як сироватка молочна за даними МТТ-тесту викликала зниження життєздатності клітин L-929 до 77% у розведеннях 1:2, 1:4, 1:32 і 1:64, а за впливу інших концентрацій кількість живих клітин становила 80—90,5%.

Слід зауважити, що при додаванні молочної сироватки з частинками магнію за розведення більше ніж у 32 рази збільшення кількості живих клітин порівняно з контролем не спостерігалось. Відсоток живих клітин становив 85...95% подібно до звичайної сироватки. Аналізуючи ці дані, можна припустити, що проліферацію стимулює лише певна концентрація частинок магнію.

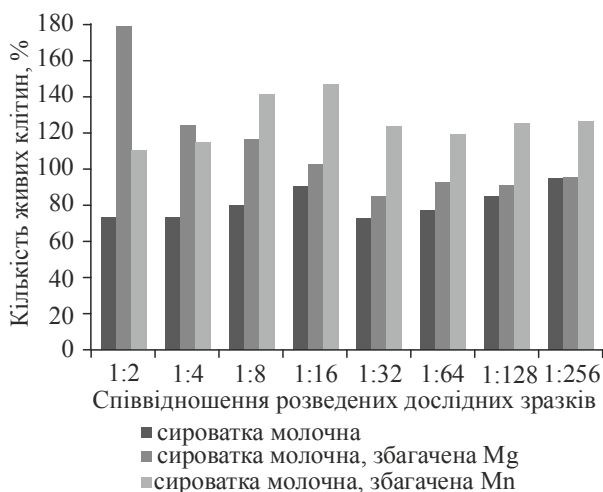


Рис. 2. Оцінка цитотоксичної дії молочної сироватки, збагаченої частинками Mg і Mn, на культури клітин лінії L-929 (у МТТ-тесті)

Додавання молочної сироватки у розведенні 1:2 до клітин тестикулів поросят (клітини лінії РТР) викликало загибель 41,8% клітин. Подальше розведення сироватки (у 8...64 рази) суттєво не впливало на їх життєздатність (рис. 3).

Не відмічений цитотоксичний ефект для сироватки, збагаченої частинками магнію, — кількість живих клітин у зразках за розведення у 2—8 разів становила від 94 до 98,5%. За розведення понад 16 разів, тобто за нівелювання впливу рН, навіть спостерігалось збільшення кількості живих клітин порівняно з контролем (до 107,2...117,6%).

Зразки молочної сироватки із частинками мангану в перших трьох розведеннях спричиняли незначну цитотоксичну дію, кількість живих клітин при цьому була у межах 69,1...87,3%, як і в звичайній сироватці (рис. 3). Подальше розведення спричиняло зростання кількості живих клітин.

Тест із сульфородаміном В показав подібні до ММТ тесту результати й довів відсутність цитотоксичної дії сироватки з частинками магнію на

клітини лінії РТР. Сироватка молочна, збагачена частинками Мп, у перших трьох розведеннях знизила чисельність живих клітин до 70—90%, тоді як подальше розведення більш ніж у 16 разів, навпаки, збільшувало кількість живих клітин тестикулів поросят у лунках, ніж у контролі (100%).

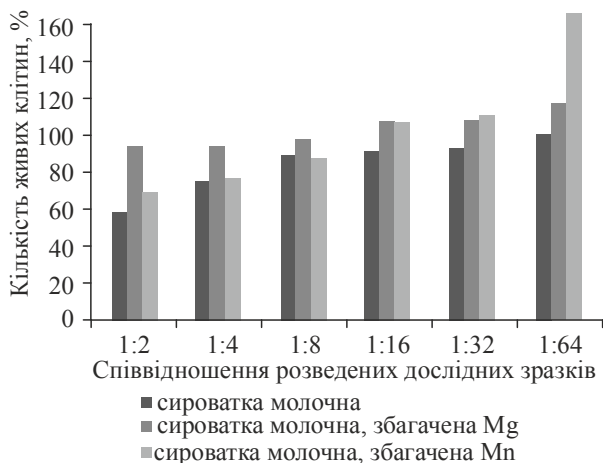


Рис. 3. Оцінка цитотоксичної дії молочної сироватки, збагаченої частинками Mg і Mn, на культури клітин лінії РТР (у МТТ-тесті)

Під час дослідження морфології клітин лінії РТР, пофарбованих сульфородаміном В, після інкубації їх з дослідними зразками молочної сироватки та сироватки, збагаченої магнієм і манганом, спостерігали зміни показані на мікрофотографіях (рис. 4).

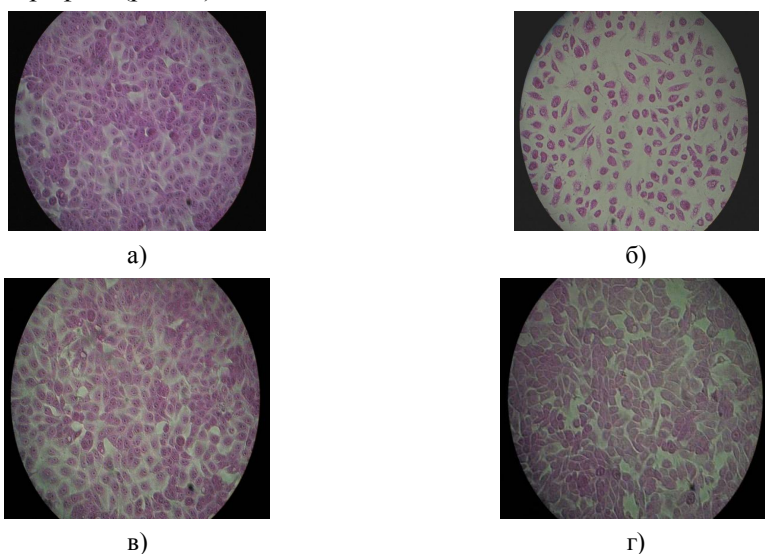


Рис. 4. Дослідження морфології клітин лінії РТР, пофарбованих сульфородаміном В: контрольні клітини (а), після інкубації їх з молочною сироваткою (б), молочною сироваткою з частинками магнію (в) та молочною сироваткою з частинками мангану (г) (розведення сироватки 1:2, збільшення $\times 100$)

Встановлено, що сироватка молочна викликала порушення моношару, зміни форми, зменшення кількості клітин та їх загибель (рис. 4б). Проте сироватка з частинками Mg суттєво не впливала на життєздатність клітин, тому моношар та структура їх майже не змінилися порівняно з контролем (рис. 4а, в), тоді як сироватка з частинками Mn викликала незначне порушення моношару за рахунок втрати клітинних контактів і появу апоптичних клітин (рис. 4г).

Висновки

Отже, комплексом токсикологічних досліджень встановлено, що збагачення молочної сироватки частинками магнію і мангану внаслідок електроіскрового диспергування гранул відповідних металів в її середовищі не викликало потенційно шкідливих чинників, які б могли суттєво вплинути на життєздатність клітин лінії НЕК-293 (ембріональні клітини нирки людини), L-929 (перещеплювальна лінія фібробластів миші) та РТР (перещеплювальні клітини тестикулів поросят) та їх морфологічні ознаки.

Встановлено, що найбільшою цитотоксичною дією стосовно клітин ліній НЕК-293, L-929 та РТР володіла нативна сироватка молочна. Після інкубації клітин з нерозведеною та розведеною у співвідношенні 1:2 нативною молочною сироваткою спостерігалась найменша кількість живих клітин, ніж після її збагачення магнієм і манганом.

Зменшення кількості живих клітин після їх інкубування із зразками сироватки з-під сиру кисломолочного пояснюється низьким рН середовища (рН 4,4), тоді як для нормального культивування дослідних клітин характерний діапазон значень рН в межах 5,9—7,3.

Цитотоксична дія нерозведеної або розведеної вдвічі молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мангану, на всі дослідні клітинні тест-об'єкти була менш вираженою порівняно із нативною молочною сироваткою. За розведення понад 8—16 разів, тобто за нівелювання впливу рН, спостерігалось збільшення кількості живих клітин лінії L-929 та РТР порівняно з контролем.

Дослідження, виконані на клітинах лінії L-929, показали, що зразки молочної сироватки, збагаченої частинками магнію і мангану, стимулювали проліферацію, яка сприяла підвищенню кількості живих клітин порівняно із контролем.

Найбільш вразливими до дії молочної сироватки (як нативної, так й обробленої електроіскровими розрядами) виявились клітини лінії НЕК-293. Останнє може вказувати на те, що клітини нирок людини є більш чутливими до токсичного впливу, ніж інші досліджувані клітинні лінії.

Література

1. *Спиричев В.Б.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. — 2-е изд. — Новосибирск : Сиб. универ. изд-во, 2005. — 548 с.
2. *Скальный А.В.* Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. — Москва : Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. — 272 с.
3. *Кукин М.Ю.* Разработка технологий цитрата аммония-железа, лактата магния и комплексных пищевых добавок и их применение в пищевых продуктах: автореф. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологических

активных веществ» / Кукин Михаил Юрьевич ; Санкт-Петербург : нац. исслед. ун-т информац. технологий, механики и оптики. — СПб., 2013. — 22 с.

4. Патент України на корисну модель № 29856. Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання аквахелатів металів» // Косінов Н.В., Каплуненко В.Г. / МПК (2006): B01J 13/00, B82B 3/00. Опубл. 25.01.2008. Бюл. № 2. 2008.

5. *Лопатько К.Г.* Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул / К.Г. Лопатько, В.В. Олишевский, А.И. Маринин, Е.Г. Афгандилянц // Электронная обработка материалов. — 2013. — № 49(6). — С. 80—85.

6. *Ткаченко С.В.* Передумови використання препаратів з твердою фазою в нанорозмірному стані у якості каталізаторів процесів харчових виробництв // Продовольчі ресурси: зб. наук. праць. Серія Технічні науки. — 2015. — С. 18—22.

7. *Сердюк А.М.* Нанотехнології мікронутрієнтів: питання безпеки та біотичності наноматеріалів при виробництві харчових продуктів / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, Н.В. Косінов // Академія медичних наук України. — 2010. — № 3, Т.16 — С. 467—471.

8. *Дробот В.І.* Використання цитратів цинку та магнію, одержаних методом нанотехнології, у хлібопеченні / В.І. Дробот, Ю.В. Бондаренко, В. Г. Каплуненко // Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю НУХТ «Нові ідеї в харчовій науці — нові продукти харчовій промисловості», 13—17 жов. 2014 р., м. Київ. — Київ : Національний університет харчових технологій, 2014. — С. 60.

9. *Українець А.І.* Коагуляційне очищення жомпресової води гелем алюмінію / А.І. Українець, В.В. Олішевський, Н.М. Пушанко, К.В. Ляпіна, А.І. Маринін // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 21, № 5. — С. 237—243.

10. Альтернативні методи і тест-системи / І.М. Трахтенберг, В.М. Коваленко, Н.В. Кокшарева, П.Г. Жмінько та ін. — К.: ВД «Авіцена», 2008. — 268 с.

11. *Clemedson C.* ACuteTox — optimization and pre-validation of an in vitro test strategy for predicting human acute toxicity / C. Clemedson, B. Blaauboer, J. Castell, [et al.] // ALTEX. — 2006. — № 23 — P. 254—258.

12. *Combes R.D.* The use of human cells in biomedical research and testing // Alternatives to laboratory animals — 2004. — № 32. — P. 43—49.

13. *Коваленко В.Н.* Методи in vitro в токсикології ліків: стан та перспективи / В.Н. Коваленко, Л.Б. Бондаренко // Вісник фармакології та фармації. — 2005. — № 2. — С. 2—13.

14. *MacGregor J.T.* In vitro human tissue models in risk assessment: report of a consensus-building work-shop / J.T. MacGregor, J.M. Collins, Y. Sugiyama [et al.] // Toxicological Sciences. — 2001. — Vol. 59. — P. 17—36.

15. *Takhar P.* In vitro methods for nanotoxicity assessment: advantages and applications / P. Takhar, S. Mahant // Archives of Applied Science Research. — 2011. — № 3. — P. 389—403.

16. *Borenfreund E.* Comparison of two in vitro cytotoxicity assays — the neutral red (NR) and tertezolium (MTT) tests / E. Borenfreund, H. Babich, N. Martin-Alguacil // Toxicology in Vitro. — 1988. — Vol. 2, N. 1. — P. 1—6.

17. *Андрусишина И.Н.* Наночастицы металлов: способы получения, физико-химические свойства, методы исследования и оценка токсичности // Сучасні проблеми токсикології. — 2011. — № 3. — С. 4—14.

DETERMINING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OBTAINING EXTRACTION OF SUMAC FOR FURTHER USE IN THE TECHNOLOGY OF SOUR-MILK PASTE

N. Yushchenko, T. Grabova, U. Kuzmyk, V. Pasichnyi

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
<i>Aromatic raw materials</i> <i>Sumac</i> <i>Whey</i> <i>Phenolic compounds</i> <i>Extraction</i> <i>Fermented pastes</i>	The article substantiates the feasibility of using sumac (<i>Rhus L.</i>) fermented pastes in sour-milk technology as a source of biologically active compounds and for forming the organoleptic properties of ready products. The method and technological parameters of using sumac fruits are determined. It is found that sumac should be applied as an extract based on the milk whey. The efficiency of making the extract using a rotary impulse extractor has been proved. The rational modes of extraction have been determined for the efficiency of extraction of phenolic compounds with P-vitamin activity (total content on halic acid, routine, catechin) and tannin: the temperature of 80...85° C; duration of the process — 10 minutes. The content of phenolic compounds in the extract was 107.8 mg/100 g; the content of routine was 3.4 mg/100 g; catechin — 1.9 mg/100 g; tannin — 1.4 mg/100 g, which would provide the daily need for routine by 5.7%, catechin by 1.9%, and tannin by 0.7%, respectively.
Article history: Received 15.05.2017 Received in revised form 02.06.2017 Accepted 22.06.2017	
Corresponding author: N. Yushchenko E-mail: npnuht@ukr.net	
DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-23	

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ЕКСТРАКТУ СУМАХУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПАСТ

Н.М. Ющенко, Т.Л. Грабова, У.Г. Кузьмик, В.М. Пасічний

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано доцільність використання плодів сумаху (*Rhus L.*) у технології кисломолочних паст як джерела біологічно активних сполук та з метою формування органолептичних властивостей готових продуктів. Визначено спосіб і технологічні параметри введення плодів сумаху. Встановлено, що сумах доцільно вводити у вигляді екстракту на основі молочної сироватки. Доведено ефективність виготовлення екстракту з використанням роторно-імпульсного екстрактора. Визначено раціональні режими екстрагування за ефективністю вилучення фенольних сполук з Р-вітамінною активністю (загальний вміст по галовій кислоті, рутину, катехіну), таніну —

температура 80...85° С, тривалість процесу — 10 хвилин. Вміст фенольних сполук у екстракті становив — 107,8 мг/100 г, вміст рутину — 3,4 мг/100 г, катехіну — 1,9 мг/100 г, таніну — 1,4 мг/100 г, що дасть змогу забезпечити добову потребу рутину на 5,7%, катехінів — на 1,9%, таніну — на 0,7%.

Ключові слова: пряно-ароматична сировина, сумах, фенольні сполуки, екстрагування, кисломолочні пасти.

Постановка проблеми. Розроблення нових видів кисломолочних продуктів з використанням природних інгредієнтів, що збагачують продукт біологічно активними речовинами, є актуальним. З цією метою використовують різноманітні добавки та наповнювачі: харчові волокна, сухі фрукти, овочі та прянощі. Прянощі відомі широкою гамою смако-ароматичних властивостей, є джерелом біологічно активних сполук, зокрема фенольних сполук, до складу яких входять рутин, катехіни, антоціани, флавонони, флавоноли та ін. [1; 2]. Приготування екстрактів прянощів дає змогу більш повно вилучити біологічно активні речовини з рослинної сировини та використовувати їх у концентрованому вигляді [3—5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З аналізу досліджень відомо, що фенольні речовини містять велику кількість гідроксильних груп, які дають змогу проявляти антиоксидантні властивості, поглинати атомарний кисень, нейтралізувати вільні радикали та зупиняти ланцюгові реакції [6; 7]. Антиоксидантні властивості фенольних речовин у 4—5 разів переважають антиоксидантний потенціал вітамінів С та Е [8; 9]. Мономерні форми мають найбільшу біологічну активність з усіх представників фенольних речовин, основними з яких є лейкоантоціани та катехін, що регулюють проникність капілярів і збільшують пружність їх стінок, а також сприяють більш ефективному використанню організмом аскорбінової кислоти. Катехіни та лейкоантоціани також відносять до речовин, що володіють Р-вітамінною активністю, і використовують при лікуванні захворювань, пов'язаних з порушеннями функцій капілярів, імають кардіологічну дію [10].

Для створення нових видів молочних продуктів обрали подрібнені плоди пряності сумах (*Rhus L.*). Сумах містить багато органічних кислот, вітаміну С, наявні яблучна, лимонна, винна, янтарна, малеїнова, фумарова, аскорбінова кислоти. До складу також входять леткі олії, альдегіди, терпеноїди, жирні олії. Вміст ефірної олії до 3%, головний компонент якої мирцен (до 52%) [11].

Мета дослідження: вивчення зміни кількісного вмісту біологічно активних речовин в пряності сумах у процесі екстрагування за різних температурних режимів і тривалості процесу.

Матеріали і методи. Дослідження здійснювались у межах держбюджетної науково-дослідної роботи «Наукові засади розроблення ресурсощадних технологій білоквмісних поліфункціональних концентратів для харчових продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації 0117U001243).

Приготування екстракту здійснювалось із використанням роторно-імпульсного апарата (PIA). Застосування роторно-імпульсних екстракторів

дає змогу інтенсифікувати вилучення екстрактивних речовин порівняно з традиційними методами, покращити мікробіологічні показники отриманих екстрактів за рахунок герметичності контуру та забезпечити енергоефективність процесу [12].

Сумарний вміст фенольних сполук визначали за допомогою електрофотокolorиметрії КФК-2МП при довжині хвилі 640 нм із застосуванням реактиву Фоліна-Чокальтеу, що складається із суміші фосфорно-вольфрамової й фосфорно-молібденової кислот, які відновлюються під час окиснення фенолів до суміші оксидів. При цьому утворюється блакитне забарвлення, інтенсивність якого пропорційна кількості фенольних речовин. Кількість фенольних сполук визначалась за допомогою каліброваного графіка, побудованого за стандартними розчинами галової кислоти [13].

Вміст таніну, рутину та катехіну визначали методом титрування 10 см³ екстракту 0,1 н розчином КМ_nО₄. Завершення процесу титрування встановлювали за появою золотисто-жовтого відтінку розчину. Результат множився на перерахунковий коефіцієнт (для переведення 0,1 н розчину КМ_nО₄ в 1 мг фенольних сполук, що містяться в 10 см³ взятого на титрування екстракту). Коефіцієнт перерахунку становив для таніну — 4,16; рутину — 9,8; катехіну — 5,5.

Викладення основних результатів дослідження. На підставі попередніх досліджень розроблені рецептури кисломолочних паст, до складу яких входить екстракт сумаху [14]. Завдяки збалансованому співвідношенню основних харчових компонентів (білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів) кисломолочні пасти мають дієтичні властивості. Введення до складу кисломолочної основи натуральної пряно-ароматичної сировини дає змогу не тільки отримати продукти з оригінальними органолептичними показниками, а й збагатити комплексом біологічно активних сполук. Перспективним у цьому напрямі є використання плодів сумаху, що надають продуктампряного аромату із слабкою кислинкою та забезпечують приємне рожево-малинове забарвлення, стійке до технологічного оброблення та під час зберігання готових продуктів. Попередніми дослідженнями визначено доцільність використання сумаху у вигляді екстракту на основі молочної сироватки (гідромодуль — 10). Плоди сумаху попередньо подрібнювались до розміру частинок не більше 2 мм. Метою подальших досліджень було уточнення технологічних параметрів отримання екстракту сумаху з використанням роторно-імпульсного екстрактора.

На першому етапі досліджень температуру процесу змінювали від 20 до 95° С з інтервалом у 5° С, тривалість процесу — до 30 хвилин, вимірювання здійснювали кожні 5 хвилин.

Вплив температури екстрагування й тривалості процесу на ступінь вилучення фенольних сполук наведено у таблиці.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що із збільшенням температури процесу від 20 до 80° С ступінь вилучення фенольних сполук зростає, при подальшому підвищенні температури цей процес проходить дещо повільніше. Так, при збільшенні температури від 65 до 80° С за тривалості процесу 10 хвилин вміст фенольних сполук підвищується на 7,6 мг/100 г,

тоді як при збільшенні температури від 80 до 95° С за тієї ж тривалості процесу вміст фенольних сполук підвищується всього на 0,7 мг/100 г. При цьому стабілізація показника вмісту фенольних сполук спостерігаються при тривалості процесу від 5 хвилин.

Таблиця. Залежність вмісту фенольних сполук в екстракті сумаху від температури екстрагування і тривалості процесу ($n = 3, P \geq 0,95$)

Температура, °С	Вміст фенольних сполук, мг/100 г						
	Тривалість витримки, хв						
	0	5	10	15	20	25	30
20	75,9	78,2	79,8	80,0	81,2	82,8	83,6
35	85,1	88,6	90,3	90,8	91,4	92,4	92,8
50	94,8	95,1	95,9	96,1	96,8	97,4	97,8
65	98,8	99,4	100,2	100,4	100,9	101,6	101,8
80	106,1	107,2	107,8	108,0	108,0	108,2	108,2
95	108,0	108,2	108,5	108,8	108,8	109,2	109,4

Оскільки підвищення температури негативно впливає на вміст біологічно цінних компонентів, на наступному етапі досліджень більш детально досліджували виділений діапазон температурних режимів екстрагування (від 65 до 95° С) з метою уточнення параметрів, за яких забезпечується ефективне вилучення біологічно активних речовин з плодів сумаху. Тривалість процесу при цьому становила 5 хвилин.

Встановлено, що вміст фенольних сполук в екстракті сумаху (рис. 1) значно зростає при підвищенні температури до 80° С — з 100,2 до 107,8 мг/100 г, при подальшому підвищенні температури вміст фенольних сполук у екстракті практично не змінювався.

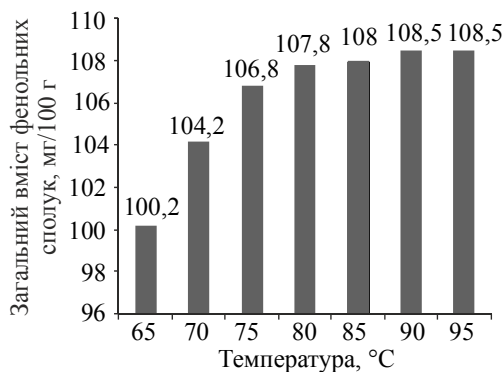


Рис. 1. Вплив температури на вміст фенольних сполук в екстракті сумаху ($n = 3, P \geq 0,95$)

Таким чином, для максимального вилучення фенольних сполук процес екстрагування потрібно проводити за температури не нижче 80° С.

Вміст рутину, катехіну й таніну при підвищенні температури також зростає (рис. 2). Так, за температури 65° С в екстракті сумаху вміст рутину становить 2,9 мг/100 г, катехіну — 1,6 мг/100 г, таніну — 1,2 мг/100 г, а за температури 95° С вміст рутину становить 3,6 мг/100 г, катехіну — 2,0 мг/100 г, таніну — 1,5 мг/100 г.

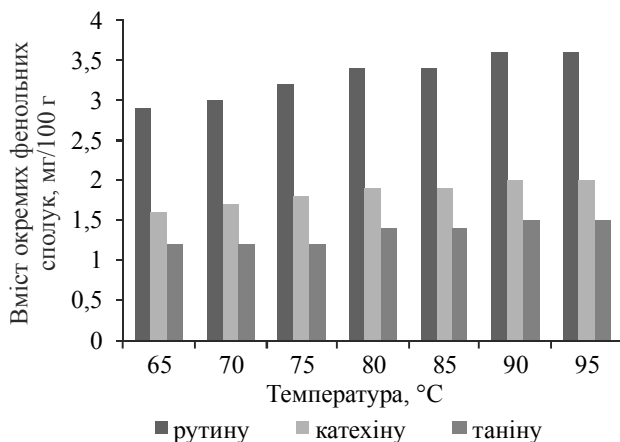


Рис. 2. Вплив температури на вміст рутину, катехіну і таніну в екстракті сумаху ($n = 3, P \geq 0,95$)

Здійснено розрахунок ступеня забезпечення добової потреби людини в окремих фенольних сполуках з Р-вітамінною активністю при вживанні 100 г кисломолочної паст (згідно з розробленими рецептурами доза введення екстракту — 10%). Результати розрахунків наведені на рис. 3. Дані свідчать, що споживання кисломолочних паст з екстрактом сумаху дасть змогу забезпечити добову потребу в рутині на 5,7%, таніні — на 0,7%, катехіні — на 1,9%.

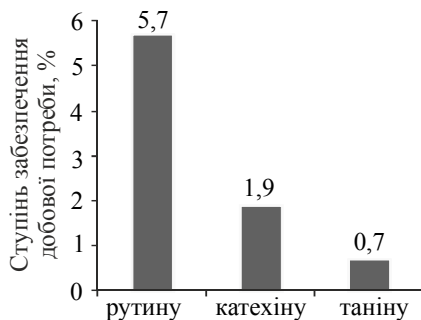


Рис. 3. Ступінь забезпечення добової потреби окремих видів фенольних сполук

Висновки

На підставі аналізу результатів проведених досліджень визначено раціональні технологічні параметри отримання екстракту сумаху на основі молочної сироватки із використанням роторно-імпульсного екстрактора — температура 80...85° С, тривалість процесу — не менше 5 хвилин, що дає змогу максимально вилучити біологічно активні речовини з рослинної сировини та забезпечити енергетичну ефективність процесу. Використання екстракту сумаху в технології кисломолочних паст надає можливість збагатити їх комплексом біологічно активних речовин, зокрема фенольних сполук із Р-вітамінною активністю та сприятиме формуванню оригінальних органолептичних властивостей готових продуктів.

Література

1. *Осипова Л.А.* Функциональные напитки на основе пряно—ароматического растительного сырья / Л.А. Осипова, Л.В. Капрельянец // Пищевая промышленность. — 2007. — № 9. — С. 74—75.
2. *Павлюк Р.Ю.* Розробка технології наноекстрактів та нанопорошків із прянощів для оздоровчих продуктів / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Л.О. Радченко, О.О. Юр'єва, А.Е. Гасанова, Т.С. Абрамова, Т.М. Коломієць // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — № 3/10(75). — С. 54—59.
3. *Ширишова Т.И.* Экстракция как метод выделения биологически активных соединений: краткий обзор / Т. И. Ширишова // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. — 2002. — № 57. — С. 41—42.
4. *Ukrainets A.* Oleoresins effect on cooked poultry sausages microbiological stability / A.I. Ukrainets, V. Pasichniy, Yu. Zheludenko, S. Zadkova // Ukrainian Food Journal. — 2016. — Volume 5, Issue 1. — С. 124—134.
5. *Pasichniy V.* The use of polymers as carriers in encapsulation of spice oleoresins / V. Pasichniy, Y. Khomenko, M. Polumbryk // Ukrainian Journal of Food Science. — 2014. — Volume 3, Issue 3. — С. 382—387.
6. *Faccim de Brum T.* HPLC Analysis of Phenolics Compounds and Antioxidant Capacity of Leaves of *Vitex megapotamica* (Sprengel) Moldenke / T. Faccim de Brum, M. Zadra, M. Piana, S. Terra Stefanello, B. Vargas Belke, L. Teixeira Nunes // Molecules. — 2013. — № 18. — P. 8342—8357.
7. *Boligon A.A.* Antioxidant activities of flavonol derivates from the leaves and stem bark of *Scutia buxifolia* Reiss Bioresour / A.A. Pereira, R.P. Feltrin, A.C. Machado, M.M. Janovik // Boligon Technol. — 2009. — № 100. — P. 6592—6598.
8. *Ukrainets A.* Plant extracts antioxidant properties for meat processing industry / A.I. Ukrainets, V. Pasichniy, Yu. Zheludenko // Biotechnologia Acta. — 2016. — Т. 9. — № 2. — С.19—27.
9. *Пасічний В.М.* Дослідження факторів пролонгації термінів зберігання м'ясних та м'ясомістких продуктів / В.М. Пасічний, А.М. Герעדчук, О.О. Мороз, Ю.А. Ястреба // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 21, № 4. — С. 224—230.
10. *Барабой В.А.* Катехины чайного растения: структура, активность, применение / В.А. Барабой // Биотехнология. — 2008. — № 3. — С. 25—36.
11. *Jixiang Lai* Ultrasonic Extraction of Antioxidants from Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Using Response Surface Methodology and Their Characterization / Jixiang Lai, Huifang Wang, Donghui Wang, Fang Fang, Fengzhong Wang // Molecules. — 2014. — № 19. — P. 9019—9032.
12. *Грабовая Т.Л.* Метод ДИВЭ в инновационных технологиях и тепломассообменном оборудовании / А.А. Долинский, Л.Н. Грабов, Т.Л. Грабовая // Промышленная теплотехника. — 2012. — № 3. — С. 18—30.
13. Фрукти, овочі та продукти їх переробки. Методи визначення вмісту поліфенолів: ДСТУ 4373:2005. — [Чинний від 2005-28-02]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 6 с.
14. *Kuzmyk U.* Structure stabilization of fermented-milk pastes / V. Pasichnyi, N. Yushchenko, I. Mykoliv, U. Kuzmyk // Ukrainian Food Journal. — 2015. — 4. — P. 431—439.

INFLUENCE OF NUT RAW MATERIAL PROCESSING PRODUCTS ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT FLOUR

E. Shidakova-Kamenyuka, A. Novik, S. Oliinyk, A. Zaparenko

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

Key words:

*Wheat flour
Products of processing
Nut raw material
Walnut
Pine nut
Technological properties*

Article history:

Received 12.05.2017
Received in revised form
05.06.2017
Accepted 21.06.2017

Corresponding author:

A. Novik
E-mail:
anna.novik.82@ukr.net

ABSTRACT

The influence of nut raw material processing products (dietary additives “Pine nuts oilcake” and “Walnut oilcake”) on the quality indices of gluten and structural and mechanical properties of wheat dough was investigated. It was determined that introducing additives in the amount of 5.0...20.0% by weight of flour helps to strengthen gluten, reduce its yield and decrease its hydration capacity. At the same time, an improvement in water-absorbing capacity of the dough with additives, an increase in the duration of its formation, and an increase in the degree of liquefaction due to mechanical processing were revealed. The influence of nut raw material processing products on the technological properties of wheat flour should be taken into account when developing recipes and substantiating the parameters of flour production technologies with the use of the mentioned additives.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-24

ВПЛИВ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ГОРІХОВОЇ СИРОВИНИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО

О.Г. Шидакова-Каменюка, Г.В. Новік, С.Г. Олійник, Г.В. Запаренко

Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті досліджено вплив продуктів переробки горіхової сировини (дієтичних добавок «Шрот кедрового горіха» та «Шрот грецького горіха») на показники якості клейковини й структурно-механічні властивості пшеничного тіста. Встановлено, що внесення добавок у кількості 5,0...20,0% від маси борошна сприяє зміцненню клейковини, зменшенню її виходу та зниженню гідратаційної здатності. Водночас виявлено покращення водопоглинальної здатності тіста з добавками, подовження тривалості його утворення та підвищення ступеня розрідження під дією механічної обробки. Вплив продуктів переробки горіхів на технологічні властивості пшеничного борошна необхідно враховувати під час розроблення рецептур та обґрунтування параметрів технологій борошняної продукції з використанням зазначених добавок.

Ключові слова: борошно пшеничне, продукти переробки, горіхова сировина, грецький горіх, кедровий горіх, технологічні властивості.

Постановка проблеми. Сучасні раціони харчування населення України характеризуються незбалансованістю за біологічно цінними харчовими нутрієнтами, що викликає необхідність збагачення найбільш вживаних продуктів харчування на ці складові. Перспективним об'єктом для модифікації з точки зору коригування хімічного складу є борошняні вироби, які посідають важливе місце в раціоні сучасної людини. Збагачення зазначених продуктів можливе за рахунок використання в їх технологіях різноманітної рослинної сировини, зокрема побічної продукції олійно-жирової промисловості. Тісто уявляє собою складну полідисперсну систему, властивості якої значною мірою залежать від характеристик сировини, що входить до її складу. Одним з основних рецептурних компонентів пшеничного тіста є борошно. Внесення додаткової сировини може мати певний вплив на технологічні властивості борошна, які значною мірою зумовлюють якість напівфабрикатів і готових виробів.

Нами запропоновано для покращення хімічного складу борошняних виробів використовувати побічну продукцію, отриману після вилучення олії з такої нетрадиційної для олієекстракційного виробництва сировини, як горіхи. Для обґрунтування можливості використання продуктів переробки горіхів — дієтичних добавок «Шрот кедрового горіха» (ШКГ) та «Шрот грецького горіха» (ШГГ) — у технологіях борошняної продукції вважали доцільним вивчення їх впливу на технологічні властивості пшеничного борошна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню впливу побічної продукції олійно-жирової промисловості (макух і шротів з насіння льону, розторопші, зародків кукурудзи, вівса та пшениці тощо) на технологічні властивості пшеничного борошна та структурно-механічні властивості тіста присвячені праці [1—4]. Дослідники відзначають, що ступінь такого впливу значною мірою залежить від розміру часток добавок, їх кількості, хімічного складу тощо.

Попередній аналіз хімічного складу ШКГ і ШГГ [5] показав, що вони містять 38,6 і 33,6% білків, 11,2 і 15,4% жирів та 45,9 і 45,2% вуглеводів, в тому числі близько 16,0% крохмалю та 18,8 та 11,0% харчових волокон відповідно. За вмістом крохмалю досліджувані зразки майже не відрізняються, але крохмаль ШКГ в основному представлений амілозою, а ШГГ — амілопектином. Також до складу зазначених продуктів переробки горіхової сировини входить значна кількість дубильних речовин (1380 та 4270 мг/100 г відповідно) та моно- й олігоцукриди (11,2 та 18,8%). Також були визначені функціонально-технологічні властивості добавок. Відзначено, що водоутримувальна здатність ШКГ та ШГГ вища порівняно з борошном пшеничним вищого сорту у 2,7 та 2,9 раза відповідно. Встановлено, що ШКГ і ШГГ характеризуються вищим, ніж у борошна пшеничного показником активності α -амілази — в 2,3 та 3,8 раза відповідно.

Особливості хімічного складу ШКГ та ШГГ, зокрема наявність у них значної кількості поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, ду-

більших речовин і моно- й олігоцукридів, висока активність α -амілази будуть зумовлювати певну взаємодію добавок з борошном у разі їх використання в технологіях борошняної продукції.

Мета дослідження: визначення впливу продуктів переробки горіхової сировини — дієтичної добавки «Шрот кедрового горіха» (ШКГ) та дієтичної добавки «Шрот грецького горіха» (ШГГ) — на технологічні властивості борошна пшеничного.

Викладення основних результатів дослідження. Об'єкт досліджень: борошно пшеничне вищого сорту та суміші борошна й добавок, у яких вміст ШКГ та ШГГ становив 5, 10, 15 та 20%. Вплив добавок на технологічні властивості борошна оцінювали за зміною показників кількості та якості клейковини, а також за фізичними та структурно-механічними властивостями тіста. Вміст сирої та сухої клейковини визначали ваговим методом. Якість клейковини встановлювали за показниками розтяжності, пружності на приладі ІДК-1, розпливання кульки клейковини протягом 180 хв та гідратаційної здатності за стандартними методиками [6]. Фізичні та структурно-механічні властивості тіста визначали за допомогою альвеографа Chopin [7] і фаринографа Brabender [8]. Показник «число падіння» встановлювали з використанням приладу Falling Number [9].

Результати дослідження впливу продуктів переробки горіхової сировини на вміст і властивості клейковини борошна пшеничного представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Вплив продуктів переробки горіхової сировини на вміст і властивості клейковини борошна пшеничного ($n = 3$; $p \leq 0,95$)

Зразок	Дозування добавки, %	Показник				
		Вміст сирої клейковини, %	Вміст сухої клейковини, %	Гідратаційна здатність, %	Пружність, од. прил. ІДК	Розтяжність, см
Без добавки (контроль)	0	29,9	10,4	186	80	13
з ШКГ	5,0	29,1	10,3	183	75	10,5
	10,0	28,2	10,2	177	70	9,5
	15,0	25,9	9,5	171	65	8,5
	20,0	22,0	8,2	168	60	7,5
з ШГГ	5,0	27,6	10,0	175	73	10,0
	10,0	26,2	9,6	172	69	8,5
	15,0	22,2	8,2	169	63	5,5
	20,0	17,9	6,7	165	57	4,5

Встановлено, що внесення ШКГ у кількості 5,0 та 10,0% майже не впливає на вміст сирої та сухої клейковини — зміни значень цих показників знаходяться в межах похибки експерименту. У разі збільшення дозування ШКГ до 15 та 20% кількість сирої та сухої клейковини знижується порівняно з контрольним зразком на 13,4 та 26,4%. Відмічається, що ШГГ має більш суттєвий вплив на значення цих показників. За умов внесення 20% цієї добавки зменшення кількості сирої та сухої клейковини становить 40,1 та 35,6% відповідно.

На наш погляд, зменшення кількості клейковини можна пояснити декількома чинниками. По-перше, досліджувані продукти переробки горіхової сировини містять жири (у ШКГ — 11,2%, у ШГГ — 15,4%), які розподіляючись на поверхні білкових молекул екранують їх гідрофільні сполуки та обмежують набрякання та структурування білкових міцел. Як наслідок, білки, що не набрякли, відмиваються разом з крохмалем та іншими компонентами. У зв'язку з тим, що до складу ШГГ входить більша кількість жирів, ніж до складу ШКГ, тенденція до зниження кількості клейковини у зразках з цією добавкою більш виражена. По-друге, до складу добавок входить значна кількість некрохмальних полісахаридів, які володіють високою водопоглинальною здатністю, внаслідок чого утворюють конкуренцію біополімерам борошна в поглинанні води. Також вони здатні утворювати білок-полісахаридні комплекси з білковими речовинами борошна, які не утворюватимуть клейковину.

Вищезазначене пояснює зниження показника гідратаційної здатності клейковини. Так, за умов максимально досліджуваного дозування ШКГ та ШГГ гідратаційна здатність клейковини них білків зменшується на 9,7 та 11,3% порівняно з контрольним зразком.

Розтяжність зразків за умов підвищення дозування добавок зменшується (для зразків з ШКГ — на 19,2...42,3%, для зразків з ШГГ — на 23,1...65,4%), що зумовлене порушенням цілісності клейковинного каркасу внаслідок розподілення частинок ШКГ та ШГГ між частинками борошна.

Дослідження показників пружності (табл. 1) та розпливання кульки клейковини (рис. 1) свідчать про її зміцнення.

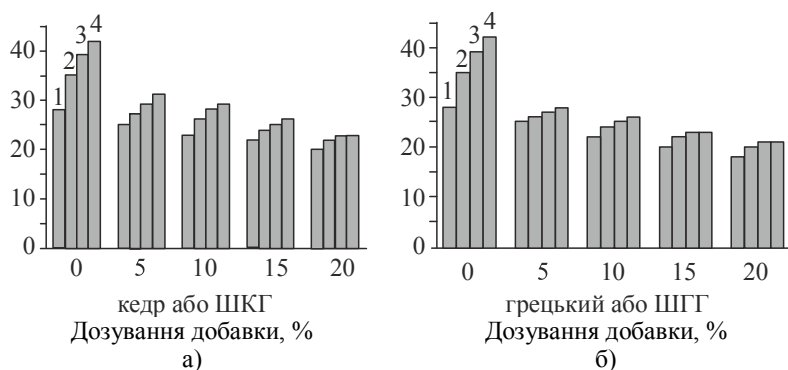


Рис. 1. Вплив ШКГ (а) та ШГГ (б) на розпливання кульки клейковини через:
1 — 0 хв; 2 — 60 хв; 3 — 120 хв; 4 — 180 хв

Зокрема, у разі внесення до борошняної суміші ШКГ у кількості 5,0...20,0% відмічається зниження значення показника пружності клейковини на 6,3...9,7% порівняно з контрольним зразком. Для систем з аналогічним вмістом ШГГ зниження значення цього показника становить 8,8...28,8%.

Встановлено, що показник розпливання кульки клейковини через 180 хв у зразках з ШКГ та ШГГ зменшується порівняно з контрольним у 1,4...1,8 та 1,5 та 2,0 рази відповідно.

Зміцнюючий ефект на клейковину можуть мати наявні у складі досліджуваних продуктів переробки горіхів фенольні сполуки, які здатні утворювати комплекси з білками [10]. Також жири добавок в основному представлені поліненасиченими жирними кислотами, що під час окислення утворюють перекисні сполуки. Пероксида та гідропероксида сприяють окисленню сульфгідрильних груп білкових молекул з утворенням дисульфідних зв'язків, які зміцнюють внутрішньомолекулярну структуру клейковини та сприяють її ущільненню [11]. Вищий вміст жирів і фенольних сполук у ШГГ сприяє тому, що його зміцнювальний ефект на клейковинні білки є більш вираженим.

Отримані дані корелюють з результатами досліджень реологічних властивостей зразків тіста з додаванням вторинної горіхової сировини, отриманих на альвеографі (табл. 2).

Відмічається неможливість дослідження зразків тіста з вмістом добавок 20% від маси борошна за рахунок обмеження технічних характеристик пристрою, що може бути зумовлене тим, що харчові волокна ускладнюють утворення еластичного клейковинного каркасу.

Встановлено, що внесення ШКГ у кількості 5,0% не впливає на показник пружності тіста. Збільшення дозування ШКГ до 10 та 15% сприяє підвищенню значення цього показника в 1,4 та 1,7 рази, розтяжність дослідних зразків при цьому знижується в 1,8 та 2,1 рази відповідно.

Відзначається, що ШГГ має більш суттєвий вплив на реологічні властивості тіста.

Таблиця 2. Результати розшифровок альвеограм досліджуваних зразків тіста ($n = 3$; $p \leq 0,05$)

Зразок	Дозування добавки, %	Пружність (P), мм	Розтяжність (L), мм	Збалансованість тіста (P/L)	Питома робота пружної деформації (W), о.а.	Індекс еластичності, %
Без добавки (контроль)	0	54	108	0,5	190	57
Із ШКГ	5,0	56	83	0,7	196	52
	10,0	77	61	1,5	200	49
	15,0	94	51	1,8	213	40
	20,0	—	—	—	—	—
Із ШГГ	5,0	65	78	1,0	229	57
	10,0	117	66	1,8	262	56
	15,0	173	42	4,1	320	55
	20,0	—	—	—	—	—

За умов дозування цієї добавки у досліджуваному інтервалі концентрацій показник пружності тіста зростає у 1,2...3,2 рази, а показник розтяжності тіста знижується у 1,4...2,6 рази відповідно. Як наслідок, відбувається підвищення показника збалансованості тіста порівняно з контролем в 3,6 та 8,2 рази за максимальної кількості ШКГ та ШГГ. Зростання питомої роботи пружної деформації (W) у зразках з вторинною горіховою сировиною також свідчить про підвищення сили борошна.

Водопоглинальну здатність борошняних сумішей, консистенцію, час утворення, стійкість і розрідження досліджуваних зразків тіста визначено на фаринографі Brabender. Встановлено, що внесення досліджуваної вторинної горіхової сировини сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста (табл. 3).

Зокрема, значення цього показника для тістових систем з додаванням 15 та 20% ШКГ перевершують контрольний зразок на 5,3 та 6,7%, а для систем з ШГГ — на 6,2...8,8% відповідно. Така динаміка пояснюється більш високими порівняно з борошном водоутримувальними властивостями ШКГ та ШГГ (у 2,7 та 2,9 раза відповідно).

Таблиця 3. Результати розшифровок фаринограм досліджуваних зразків тіста
($n = 3$; $p \leq 0,05$)

Зразок	Дозування добавки, %	Характеристики тіста			
		Водопогли- нальна здатність, %	Час утворення, $\tau \cdot 60^{-1}$ с	Стійкість, $\tau \cdot 60^{-1}$ с	Ступінь розрідження, од. ф
Без добавки (контроль)	0	62,3	2,5	4,5	65
Із ШКГ	5,0	62,9	2,9	4,2	100
	10,0	63,9	3,4	3,9	130
	15,0	65,6	3,8	2,8	145
	20,0	66,5	4,2	2,5	155
Із ШГГ	5,0	64,4	2,8	3,9	120
	10,0	65,3	3,1	3,1	145
	15,0	66,2	3,4	2,7	170
	20,0	67,8	3,8	1,4	190

Час утворення тіста з додаванням ШКГ та ШГГ збільшується у 1,2...1,7 та 1,1...1,5 раза відповідно. Більш виражена тенденція до зміни цього показника характерна для ШКГ. Можливо, це пов'язано з тим, що висока водопоглинальна здатність ШКГ зумовлена наявністю у його складі значної кількості харчових волокон, які потребують більше часу для повної гідратації. Тоді, як гідрофільні властивості ШГГ пов'язані зі значним вмістом амілопектину, який потребує менше часу для набухання.

Також використання ШКГ та ШГГ сприяє зниженню стійкості тіста (в 1,1...1,8 та 1,2...3,2 раза відповідно) та підвищенню ступеня його розрідження під дією механічної обробки (в 1,5...2,4 та 1,8...2,9 раза відповідно). Отримані результати можна пояснити дегідратуючою здатністю цукрів добавок (вміст моноцукрів у ШГГ майже у 2 раза вищий, ніж у ШКГ, що зумовлює уповільнення гідратації гідроколідів тіста) та більш високою порівняно з борошном активністю їх α -амілаз (в 2,3 та 3,8 раза відповідно), що сприяє інтенсифікації гідролізу крохмалю. Отримані дані корелюють з результатами дослідження показника «число падіння» водно-борошняної суспензії з добавками (рис. 2).

Відмічено, що значення цього показника знижується із 300 с у контролі до 232 с у зразка з 20% ШКГ та до 215 с у зразка з таким самим вмістом ШГГ.

Попередніми дослідженнями встановлено, що активність амілолітичних ферментів ШГГ в 1,7 раза вища, ніж у ШКГ, що зумовлює більш інтенсивне зниження показника «число падіння» у разі його внесення до водно-борошняних суспензій.

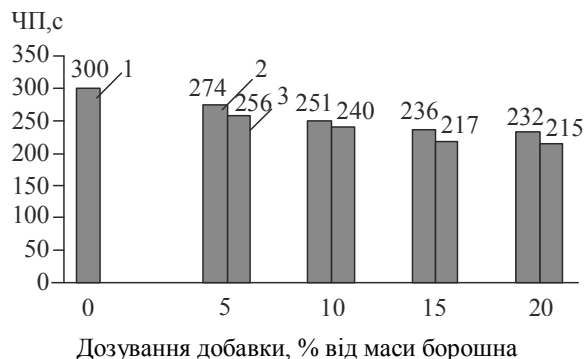


Рис. 2. Вплив добавок на показник «число падіння» пшеничного борошна:
1 — без добавок (контроль); 2 — з ШКГ; 3 — з ШГГ

Таким чином, внесення продуктів переробки горіхової сировини, а саме дієтичних добавок «Шрот кедрового горіха» і «Шрот грецького горіха» у кількості 5,0...20,0% від маси борошна, сприяє зміцненню клейковини пшеничного борошна, зниженню її виходу та має певний вплив на фізичні й структурно-механічні властивості пшеничного тіста, що необхідно враховувати під час розроблення рецептур та обґрунтування параметрів технологій борошняної продукції з використанням зазначених добавок.

Висновки

1. Встановлено, що внесення дієтичних добавок «Шрот кедрового горіха» та «Шрот грецького горіха» сприяє зменшенню виходу клейковини, знижує її гідратаційну здатність, що зумовлюється утворенням білок-полісахаридних комплексів між харчовими волокнами добавок і білками борошна. Виявлено зміцнюючий ефект добавок на клейковину, який проявляється у певних змінах фізичних та структурно-механічних властивостей тіста. Зміцнюючий ефект добавок зумовлений наявністю в них дубильних речовин і продуктів окислення жирів.

2. Відмічається покращення водопоглинальної здатності тіста з добавками, подовження тривалості його утворення, зниження стійкості та підвищення ступеня розрідження під дією механічної обробки. Зазначене зумовлюється конкуренцією у поглинанні вологи між харчовими волокнами добавок і біополімерами борошна, дегідратуючою здатністю цукрів добавок та більш високою порівняно з борошном активністю їх α -амілаз.

Література

1. Дробот В.І. Дослідження структурно-механічних властивостей тіста зі шротом льону / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. — 2015. — № 10(131). — С. 29—33.

2. Цыганова Т.В. Влияние шрота и масла расторопши на реологические свойства теста / Т.В. Цыганова, Н.Г. Семенкина // 3-ий Междунар. хлебопекарный форум : [Материалы докл.]. — Москва, 2010. — С. 119—121.
3. Олейник С.Г. Влияние продуктов переработки зародышей овса и кукурузы на структурно-механические свойства теста из пшеничной муки / С.Г. Олейник, Г.В. Степанькова // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. — Словакия, 2014. — Вип. 2(5). — С. 76—80.
4. Кравченко О.І. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» для підвищення харчової цінності хліба / О.І. Кравченко, Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник // Зб. наук. праць Одеської національної академії харчових виробництв. — Одеса : ОНАХТ, 2010. — С. 195—200.
5. Шидакова-Каменюка О.Г. Перспективи використання шротів горіхової сировини для збагачення борошнених кондитерських виробів / О.Г. Шидакова-Каменюка, Г.В. Новік, К.Р. Касабова, О.І. Кравченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. — Харків : ХДУХТ, 2015. — Вип. 2. — С. 69—81.
6. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв : навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик [та ін.]. — Київ : Центр навч. літератури, 2006. — 341с.
7. Методичні рекомендації з оцінки якості зерна селекційного матеріалу / О.Ю. Леонов, І.А. Панченко, К.М. Скляревський [та ін.]. — Харків : Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, 2011. — 70с.
8. ГОСТ ISO 5530—1—2013 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Ч. 1. : Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. — [Введ. 2014-01-01]. — Москва : Стандарт-информ, 2014. — 16 с.
9. ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. — [Введ. 1990-07-01]. — Москва : Стандарт-информ, 2009. — 5 с.
10. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запрометов. — Москва : Наука, 1993. — 272 с.
11. Козьмина Н.П. Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н.П. Козьмина, В.А. Гункин, Г.М. Суслиянок. — Москва, 2006. — 464 с.

SUBSTANTIATION OF EMULSION HOMOGENIZATION MODES AND THEIR CONTENT IN THE COMPOSITION OF PROTEIN-FATTY GRANULATED COTTAGE CHEESE

I. Ustymenko, G. Polischuk

National University of Food Technologies

Key words:

*Protein-fatty
Granulated cottage cheese
Emulsion
Blend oil
Emulsifying complex*

Article history:

Received 18.05.2017
Received in revised form
01.06.2017
Accepted 23.06.2017

Corresponding author:

I. Ustymenko
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article substantiates the technological regimes for the production of emulsions and their contents in the protein-fatty granular product with technologically functional and biologically active ingredients. The expediency of introducing blended oils into a skim milk-protein base in the composition of stable, fine-dispersed food emulsions with a fat content of 15 to 30% is proved. The fat component is enriched with a dietary supplement β -carotene. To stabilize the emulsions a technologically effective “emulsifier-protein” complex in the amount of 2.90—4.25% was used. The recommended temperature (60—65° C) and pressure of two-stage homogenization (9—10...12—13 MPa on the first stage and 2...3 MPa on the second stage) are established depending on the mass fraction of fat in emulsions. The composition of the protein-fatty product, which is an analogue of granulated cottage cheese, the formulation of which has 4—6% of fats, is recommended for the production. The formulation containing 7% of fats is recommended as a basis for further expansion of the range of milk-based dairy products.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-25

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ЕМУЛЬСІЙ ТА ЇХ ВМІСТУ У СКЛАДІ ПРОДУКТУ БІЛКОВО-ЖИРОВОГО ЗЕРНИСТОГО

І.М. Устименко, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано технологічні режими одержання емульсій та їх вмісту у складі продукту білково-жирового зернистого з технологічно-функціональними і біологічно-активними інгредієнтами. Доведено доцільність внесення купажованих олій до знежиреної молочно-білкової основи у складі стійких дрібнодисперсних харчових емульсій жирністю від 15 до 30 %. Жирову складову передбачено збагачувати дієтичною добавкою — β -каротином. Для стабілізації емульсій застосовано технологічно ефективний комплекс «емульгатор-білок» у кількості 2,90—4,25%. Встановлено рекомендо-

вані температуру (60–65 °C) і тиск двоступеневої гомогенізації (9–10...12–13 МПа — на першому, 2...3 МПа — на другому ступені) залежно від масової частки жиру в емульсіях. Розроблено склад білково-жирового продукту — аналогу сиру кисломолочного зернистого, рецептури якого жирністю 4–6% рекомендовані до впровадження у виробництво, а рецептура жирністю 7% рекомендована як базова для подальшого розширення асортименту молоко-вмісних продуктів закусочного і десертного призначення.

Ключові слова: продукт білково-жировий, сир кисломолочний зернистий, емульсія, купажована олія, емульгуючий комплекс.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку молочної промисловості в умовах економічної кризи та підвищеного попиту на біологічно повноцінні харчові продукти актуальним напрямком є створення їх нових видів на молочній основі [1; 2]. Найчастіше для розроблення білково-жирових продуктів як білкову основу застосовують сир кисломолочний різних способів одержання [3].

Сир кисломолочний є джерелом повноцінного білка і кальцію, який рекомендують вживати як дієтичний продукт не лише дітям і літнім людям, але й пацієнтам після важких хвороб [4]. Амінокислоти комплексу молочних білків сприяють зміцненню імунної системи організму, регулюють жировий обмін і рівень гемоглобіну в крові. Кальцій, що міститься у сирі, сприяє формуванню здорових міцних кісток і зубів, перешкоджає появі остеопорозу, атрофії кісткової маси, рахіту тощо [5; 6].

Серед традиційних видів сиру кисломолочного, що користуються постійно зростаючим попитом, вагоме місце належить сиру зернистому. Цей сир відрізняється оригінальними органолептичними показниками та підвищеною харчовою цінністю, а перетравлюваність його білків становить 95%. Ніжний смак продукту обумовлюється м'якими сирними зернами, вкритими вершками. Нині обсяги виробництва сиру зернистого у світі досягають 5% від обсягу усіх вироблених кисломолочних сирів і щороку зростають [7], однак його вартість доволі висока, а жирнокислотний склад потребує коригування. Зважаючи на вказане, розробка складу і технології білково-жирового зернистого продукту з немолочними жирами, дешевшими за молочний жир та оригінальними органолептичними показниками, є доволі актуальним завданням.

Натомість основними недоліками технології молоко-вмісних продуктів є нерівноцінна заміна молочного жиру на жировмісну сировину і продукти її перероблення з точки зору біологічної цінності та безпечності, а також недосконалі способи внесення жирового компоненту до складу білкового продукту, які не гарантують одержання високого ступеня дисперсності і стійкості емульгованих часточок жиру [8].

На думку авторів, молоко-вмісні продукти доцільно збагачувати саме купажованими оліями різного складу, що містять значну кількість ПНЖК омега-6 та омега-3 за рекомендованих співвідношень [9]. В Україні чинним є ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови», у якому наведено широкий асортимент сумішей олій з рафінованих і дезодорованих компонентів зі

збалансованим жирнокислотним складом, які можна застосовувати для поєднання з молочно-білковою основою.

З метою покращання органолептичних показників і харчової цінності молоко-вмісних продуктів як натуральний барвник, антиоксидант та дієтичну добавку у складі купажів доцільно використовувати β -каротин. Цей провітамін є ефективним профілактичним засобом для запобігання онкологічним та серцево-судинним захворюванням за його споживання на рівні 5—6 мг за добу. Тому, з урахуванням добової норми споживання та покращання органо-лептичних властивостей, вміст вказаного провітаміну в харчових продуктах має складати від 0,001% до 0,006% [10—13].

Метою дослідження є розробка нового виду молоко-вмісного продукту за типом сиру зернистого з купаженою олією, збагаченою β -каротином, та удосконалення способу внесення жирової фази у молочно-білкову основу.

Матеріали і методи. У складі харчових емульсій з масовою часткою жиру 15—30% використовували олію купажану з рафінованих дезодорованих компонентів, збалансовану за жирнокислотним складом відповідно до ДСТУ 4536:2006 «Олії купажані. Технічні умови».

За попередніми результатами досліджень для стабілізації емульсій прямого типу в діапазоні вмісту жиру від 15 до 30% авторами обрано олеофільний емульгатор марки Т-2 (виробник — НПП «Електрогазохім», Україна) [14]. Як гідрофільний емульгуючий компонент використано казеїнат натрію (КН), виготовлений ТОВ «ДейріКо» (Україна) згідно з ТУ У 20.5-40392270-003:2016 «Казеїнати сухі. Технічні умови». Авторами було доведено технологічну доцільність одночасного застосування емульгатора Т-2 і КН у вигляді поверхнево-активного комплексу «емульгатор-білок» у кількості 2,90—4,25% ($T-2 = 0,25—0,4\% + КН = 2,5...4,0\%$).

Як натуральний барвник та антиоксидант використовували β -каротин вітчизняного виробництва (ТУ У 15.8.-32153647-009:2010 «Бета каротин») з розрахунку його вмісту у складі зернистого продукту комбінованого складу у кількості 0,0025%.

Як молочно-білкову основу використовували сирне зерно, отримане зі знежиреного молока кислотнo-сичужним способом, відповідно до чинних нормативних документів.

Емульсії одержували перемішуванням жирової (олія + емульгатор + β -каротин) та водної (вода+білок) фаз впродовж 10 хв за температури $(65 \pm 2)^\circ \text{C}$ з подальшою гомогенізацією грубодисперсної емульсії за допомогою гомогенізатора-диспергатора моделі 15М-8ТА “Lab Homogenizer & Sub-Micron Disperser” (GAULIN CORPORATION, Massachusetts, USA).

Стійкість емульсій (Y) визначали методом центрифужних пробірок центрифугуванням 10 см^3 зразків протягом 5 хв при частоті обертів 1500 хв^{-1} з подальшим їх нагріванням при 100°C протягом 3 хв і повторним центрифугуванням за тих же умов. Стійкість емульсії (%) розраховували за формулою:

$$Y = \frac{V \cdot 100}{10},$$

де V — об'єм незруйнованої емульсії, см^3 ; 10 — об'єм проби, см^3 .

Середній діаметр жирових кульок ($d_{\text{сер}}$) визначали мікроскопічним методом за збільшення у 600 разів. Пробу готували 50...100-кратним розведенням дистильованою водою. За допомогою об'єкт-мікрометра визначали ціну поділок окулярної сітки і встановлювали розміри жирових кульок підрахунком розмірів жирових кульок у п'яти-семи полях зору кожного препарату з подальшим математичним обробленням результатів вимірювання за формулою:

$$d_{\text{сер}} = \sqrt[3]{\sum_1^n d_i^3} \frac{N}{N_i},$$

де d_i — середній діаметр жирових кульок у кожній групі, мкм; N_i — число жирових кульок у кожній групі; N — загальна кількість жирових кульок у всіх групах.

Титровану кислотність визначали відповідно до ГОСТ 3624. Органолептичні показники визначали проведенням дегустаційної оцінки досліджуваних зразків.

Результати і обговорення. Для розроблення складу продукту молочко-вмісного по типу сиру кисломолочного зернистого були враховані існуючі рекомендації та нормативні вимоги щодо масової частки білка та жиру в базовому продукті. Так, відповідно до рекомендацій Jon Fosse (N.D.T. ApS, Denmark) [15], масова частка білка в продукті зернистому має складати 13%, масова частка жиру — в діапазоні від 4 до 6%, масова частка солі — у межах 0,7...1,3%, а масова частка води — 77...81%.

Для одержання аналога сиру зернистого у складі рецептури має бути не менше 72% знежиреного сирного зерна з масовою часткою білка не нижче 18%. Для одержання продукту з масовою часткою жиру від 4 до 6% та вмістом солі 1% жирність вершків, які додають до сирного зерна, повинна складати від 15 до 23%. Натомість, зважаючи на сучасну тенденцію розширення асортименту сиру зернистого за підвищення його жирності до 7%, масова частка жиру вершків має бути збільшена до 26%. Саме тому для проведення наукового дослідження було обрано жирність емульсії в узагальненому діапазоні у межах від 15 до 30%.

На наступному етапі дослідження було проаналізовано склад олій купажованих, які найдоцільніше застосовувати для нормалізації знежиреного сирного зерна. Такі олії мають містити, окрім низькоплавких, ще й високоплавкі фракції жирних кислот, які додатково відіграватимуть структуруючу роль у складі білково-жирового продукту.

Так, олія лляна містить значну кількість низькоплавких фракцій ПНЖК (ω -6 — до 60%, ω -3 — до 21%), що обмежує її застосування у зв'язку з нестійкістю до окислювального псування. Олія оливкова містить до 85% олеїнової кислоти, тому її доцільно поєднувати з рідкими оліями, що містять ПНЖК. Вміст олій ріпакової (7—10% ліноленої і 13—25% лінолевої кислоти) у складі купажів обмежують (не більше 40%) через її низьку здатність до рафінування та занадто специфічні органолептичні властивості. Зважаючи на вказане, з олій рафінованих дезодорованих купажованих, доцільно обрати такі:

-соняшникову, ріпакову та пальмову (або пальмовий олеїн) олії за співвідношення 30:40:30;

-соняшникову олію та пальмовий олеїн — 70:30;

-соєву та пальмову олії — 60:40;

-соєву олію та пальмовий олеїн — 70:30.

Пальмовий олеїн є рідкою низькоплавкою фракцією пальмової олії з температурою плавлення 9...24° С. У той же час висока температура плавлення пальмової олії (38...40° С) є основним недоліком при її застосуванні у складі молочних продуктів. Але у купажах пальмова олія певним чином наблизитиме температуру їх плавлення до такої для молочного жиру. Тому найбільш перспективними, з точки зору одержання структуруючого ефекту, є купажі олій «соняшникова:ріпакова:пальмова» (температура плавлення 4,1° С) та «соєва:пальмова» (температура плавлення 11,95° С), з яких було обрано останній, технологічно найдосконаліший варіант.

Рецептурний склад харчових емульсій різної жирності наведено у табл. 1.

*Таблиця 1. Рецептури емульсій на основі купажованої олії, у кг на 1000 кг **

Рецептурні компоненти	Масова частка жиру в емульсії, %			
	15	20	25	30
Купажована олія	150,0	200,0	250,0	300,0
Емульгатор Т-2	2,5	3,0	3,5	4,0
Казеїнат натрію	40,0	35,0	30,0	25,0
Вода	807,5	762,0	716,5	671,0
Всього	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

* У рецептурах не враховано вміст β-каротину, який складає для всіх рецептур 0,025 кг/1000 кг емульсії

Для одержання збагаченої емульсії послідовно готували жирову і водну фази. Жирову фазу отримували нагріванням купажованої олії до 60—65° С з подальшим розчиненням у ній емульгатора Т-2 і β-каротину. Водну фазу готували розчиненням КН при температурі 40—45° С. Грубодисперсну емульсію отримували додаванням підготовленої жирової суміші у розчин КН при температурі 60—70° С за постійного перемішування впродовж 10 хв за допомогою лабораторної мішалки. Одержану молочно-жирову суміш гомогенізували на гомогенізаторі клапанного типу за тиску 9,0—14,0 МПа на першому ступені і температури 55—70° С. Тиск на другому ступені приймали як ¼ від значення тиску на першому ступені. Рекомендовані до застосування у промислових умовах технологічні режими, за яких середні розміри жирових кульок не перевищують 2 мкм, а стійкість досягає 100 %, наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Рекомендовані технологічні режими процесу гомогенізації

Рекомендовані режими	Масова частка жиру емульсії, %			
	15	20	25	30
Тиск, МПа	12—14	11—13	10—12	9—11
Температура, °	60—65			

Вплив технологічних режимів гомогенізації на розміри жирових кульок наведено на рис.1 і 2. на прикладі емульсій з наменшим (15%) і найбільшим (30%) вмістом жиру.

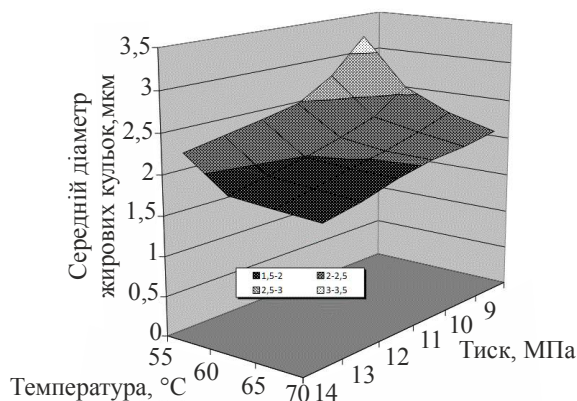


Рис. 1. Вплив режимів гомогенізації на середній діаметр жирових кульок в емульсіях з масовою часткою жиру 15%

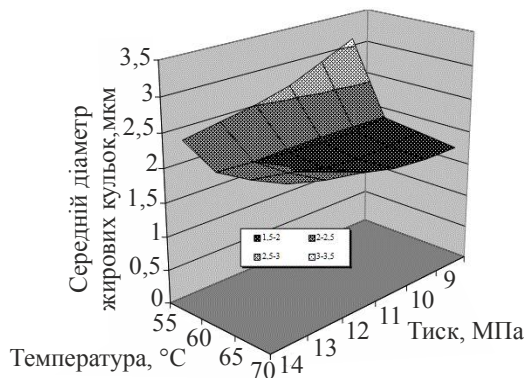


Рис. 2. Вплив режимів гомогенізації на середній діаметр жирових кульок в емульсіях з масовою часткою жиру 30%

Отже, за результатами дослідження (табл. 2) встановлено, що температура гомогенізації, за якої відбувається найефективніше емульгування для всіх систем у заданому діапазоні жирності, становить не нижче 60° С. У той же час підтверджено суттєвий вплив тиску гомогенізації на ефективність процесу залежно від масової частки жиру в емульсіях. Так, за підвищення вмісту жиру слід знижувати тиск гомогенізації, оскільки за занадто високого тиску спостерігається навіть незначне погіршення ефективності гомогенізації. Так, у разі підвищення тиску при гомогенізації емульсії 30%-вої жирності більше за 11 МПа на першому ступені середній діаметр жирових кульок навіть зростає і досягає значень 2,09—2,27 мкм.

Результати дослідження, наведені на рис. 1 і 2, ілюстративно підтверджують вказану закономірність, а також демонструють підвищення ефектив-

ності процесу гомогенізації (збільшення кількості жирових кульок розмірами, що менші за 2 мкм) за зниження вмісту жирової фази. Цей ефект вказує на те, що процес диспергування жирової фази ускладнюється за збільшення її вмісту у дисперсній системі. Саме тому й виникає потреба у додатковому внесенні поверхнево-активних речовин для систем з підвищеним вмістом жиру.

На наступному етапі дослідження розроблено базові рецептури молочно-білкового зернистого продукту з масовою часткою жиру від 3 до 7% на основі зерна сирного знежиреного та емульсій жирністю від 15 до 30% (табл. 3).

Таблиця 3. Базові рецептури продукту білково-жирового зернистого, кг на 1000 кг продукту

Основні компоненти	Масова частка купажованої олії, %				
	3	4	5	6	7
Зерно сирне знежирене	722	722	722	722	722
Молоко знежирене	68	11	18	28	65
Емульсія, м.ч.ж. 15%	200	267	—	—	—
Емульсія, м.ч.ж. 20%	—	—	250	—	—
Емульсія, м.ч.ж. 25%	—	—	—	240	—
Емульсія, м.ч.ж. 30%	—	—	—	—	233
Сіль кухонна	10	10	10	10	10
Всього	1000	1000	1000	1000	1000

Органолептичні досліджуваних зразків продукту білково-жирового зернистого наведено у табл. 4.

Таблиця 4. Органолептичні показники зразків продукту білково-жирового

Показники	Масова частка купажованої олії, %				
	3	4	5	6	7
Консистенція, зовнішній вигляд	Незначне відділення емульсії від чітко виражених м'яких сирних зерен	Однорідна, з чітко вираженими м'якими сирними зернами, вкритими емульсією			Однорідна, з чітко вираженими м'якими сирними зернами, вкритими густою емульсією
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, приємний із солонуватим смаком				Кисломолочний, приємний, з солонуватим смаком і ледве відчутним присмаком купажу
Колір	Слабко виражений жовто-помаранчевий, рівномірний за всією масою	Помірно виражений, жовтий з помаранчевим відтінком, рівномірний за всією масою			Яскраво виражений, жовтий з помаранчевим відтінком, рівномірний за всією масою

Усі зразки містять не менше 13% білка, їх титрована кислотність коливається у межах 138—148° Т, а калорійність становить від 104,8 до 121,2 ккал/100 г продукту, залежно від масової частки жиру.

За даними табл. 4, до впровадження можна рекомендувати білково-жировий продукт як альтернативу сиру кисломолочному зернистому жирністю 4—6%. Також доцільним є подальше доопрацювання рецептури продукту з масовою часткою купажу 7% для покращання його смаку і запаху. За рахунок уведення до базових рецептур смако-ароматичних гомогенних і гетерогенних

інгредієнтів з'являється перспектива розширення асортиментного ряду біологічно повноцінної продукції закусочного і десертного призначення.

Висновки

Доведено доцільність внесення купажованих олій до знежиреної молочно-білкової основи у складі стійких дрібнодисперсних харчових емульсій жирністю від 15 до 30%.

Встановлено рекомендовані температуру (60—65° С) і тиск двоступеневої гомогенізації (9—10...12—13 МПа — на першому, 2...3 МПа — на другому ступені), залежно від масової частки жиру в емульсіях.

Розроблено базові рецептури білково-жирового продукту — аналога сиру кисломолочного зернистого з масовою часткою жиру 4—6%, які рекомендовано до впровадження.

Література

1. Голубева Л.В. Влияние немолочных жиров на качество новых молокосодержащих продуктов / Л.В. Голубева, О.И. Долматова, О.Б. Стремиллова та ін. // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2012. — № 4. — С. 49—50.
2. Khodjaeva U. About food additives as an important part of functional food / U. Khodjaeva, T. Bojňanská, V. Vietoris, O. Sytar // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. Slovak University of Agriculture. 2013. — № 2. — P. 2227—2237.
3. Шульга Н.М. Вплив технологічних факторів на якість кисломолочного сиру / Н.М. Шульга, Л.А. Млечко // Молочная индустрия. — 2014. — № 1. — С. 32—35.
4. Скорченко Т.А. Сир кисломолочний — компонент діабетичних видів морозива / Т.А. Скорченко, Т.Г. Федченко // Молочное дело. — 2006. — № 2. — С. 48—49.
5. Корзун В.Н. Технологія запіканок із кисломолочного сиру підвищеної харчової цінності / В.Н. Корзун, І.Ю. Антонюк // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — 2012. — Вип. 41(2). — С. 63—67.
6. Стеценко Н.О. Розроблення сиркової маси з рослинним наповнювачем для геродієтичного харчування [Текст] / Н.О.Стеценко // Проблемы старения и долголетия. — 2016. — Т. 25, № 2. — С. 280—286.
7. Зобкова З.С. Особенности производства зерненого творога // Молочная промышленность. — 2008. — № 8. — С. 6—8.
8. Ваннікова В.О. Порівняльна характеристика споживчих властивостей сиркової пасти, забагаченої омега-3 та омега-6 / В.О. Ваннікова // Праці ТДАТУ. — Вип. 14 — Т.1 — Миколаїв. 2014. — С. 97—102.
9. Степычева Н.В. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / Н.В. Степычева, А.А. Фудько // Химия растительного сырья. — 2011. — № 2. — С. 27—33.
10. Johnson E.J. The role of carotenoids in human health / E.J. Johnson // Nutrition in clinical care. — 2004. — Vol. 5. — P. 56—65.
11. Дадали В.А. Каротиноиды. Биологическая активность / В.А. Дадали, В.А. Тугельян, Ю.В. Дадали // Вопросы питания. — 2011. — № 4. — С. 70—75.
12. Rodriguez-Amaya D. HarvestPlus handbook for carotenoid analysis: Harvest technical monograph / D. RodriguezAmaya, M. Kimura. — Washington: HarvestPlus, 2004. — 58 p.
13. Сімахіна Г.О. Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання у харчових технологіях // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2010. — № 33. — С. 45—48.
14. Полищук Г. Научное обоснование состава эмульсий для нормализации белково-жировых продуктов / Г. Полищук, Г. Симахина, И. Устименко и др. // Maisto chemija ir technologija. Mokslo darbai. — 2016. — Т. 50. — № 1. — P. 45—55.
15. Сайт компанії NDT [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ndt.biz/machine-units/cottage-cheese-production-units/cottage-cheese-technology.html>.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF LOW-CALORIE PASTRY

V. Dorokhovich

National University of Food Technologies

Key words:

*Overweight
Obesity
Calories
Pastry
Sweeteners
BENEO product*

Article history:

Received 13.05.2017
Received in revised form
07.06.2017
Accepted 24.06.2017

Corresponding author:

V. Dorokhovich

E-mail:

npnuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-26

ABSTRACT

The article describes the results of research on the development of pastry with reduced calorie content. Low-calorie cakes are obtained by reducing the amount of fat and using the BENEO product, as well as sweetener (lactitol), biscuits and whipped-protein cookie, such as lactitol, izomaltitol, maltitol, and erythritol sweeteners. It was found that when the amount of fat is reduced by more than 30%, the specific volume of cupcakes decreases; the use of lactitol and the reduction in the amount of fat give the products a “reduced calorie” status. Sweeteners lactitol, maltitol and erythritol positively affect the foaming; biscuits on erythritol and protein-confounded cookies on lactitol and isomaltitol have the status of “reduced calorie”.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ КАЛОРІЙНІСТЮ

В.В. Дорохович

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень з розроблення борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності. При розробленні кексів мета досягається шляхом зменшення кількості жиру за рахунок застосування продукту BENEO і цукрозамініка (лактитол), бісквітів і білково-збивного печива — цукрозамінників (лактитол, ізомальтитол, мальтитол, еритритол). Встановлено, що у разі зменшення жиру більш ніж на 30% спостерігається різке зменшення питомого об'єму кексів, застосування лактитолу та зменшення кількості жиру надає виробам статус «зі зниженою калорійністю». Цукрозамінники лактитол, мальтитол, еритритом сприятливо впливають на піноутворення, бісквіти на еритритолі та білково-збивне печиво на лактитолі та ізомальтитолі мають статус «зі зниженою калорійністю».

Ключові слова: надлишкова маса тіла, ожиріння, калорійність, борошняні кондитерські вироби, цукрозамінники, продукти BENEO.

Постановка проблеми. За оцінками спеціалістів ВООЗ до 2020 р. 2/3 всіх захворювань у світі будуть складати такі хронічні неінфекційні захворювання: ожиріння, цукровий діабет, серцево-судинна патологія тощо.

Ожиріння — це збільшення ваги тіла порівняно з нормальною вагою внаслідок надмірного відкладення жиру в підшкірній клітковині, сальнику та ін., якщо внаслідок цього виникають порушення функцій усього організму або окремих органів і систем.

У 2013 р. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН оприлюднила звіт з проблем ожиріння (табл. 1) [1].

Таблиця 1. Розповсюдженість надлишкової маси тіла у світі (%)

Країна	%	Країна	%
Мексика	32,8	Іспанія	24,1
США	31,8	Туніс	23,8
Сирія	31,6	Білорусь	23,4
Венесуела, Лівія	30,8	Польща	23,2
Ірак, Аргентина	29,4	Латвія	22,0
Туреччина	29,3	Болгарія	21,4
Чилі	29,1	Германія	21,3
Чехія	28,7	Молдова	20,4
Ліван	28,2	Україна	20,1
Нова Зеландія, Словенія	28,0	Естонія	18,9
Сальвадор	27,9	Румунія	17,7
Мальта	27,6	Греція	17,5
Панама	26,8	Узбекистан	17,3
Ізраїль	26,5	Іспанія	17,2
Австралія	26,1	Нідерланди	16,2
Домінікана	26,0	Франція	15,6
Англія, Росія	24,9	Туркменістан	14,3
Угорщина	24,8	Китай	5,6
Словаччина	24,4	Японія	4,5
Казахстан	24,6		

У доповіді (за 2002 р.) про стан здоров'я населення світу є перелік 10 найбільш вагомих факторів ризику неінфекційних захворювань і серед них маса тіла займає 5-е місце [2]. Проблема надлишкової маси тіла є хоча і не єдиним, але дуже вагомим фактором ризику виникнення таких захворювання, як ішемічна хвороба серця, цукровий діабет, гіпертонія тощо. Якщо раніше надлишкова маса тіла вважалась головним чином проблемою розвинутих країн, то в останні десятиріччя виявили значне розповсюдження надлишкової маси тіла та ожиріння і в населення країн, що розвиваються, яке призводить до збільшення ризику різних неінфекційних захворювань, особливо цукрового діабету. На теперішній час у світі надлишкова маса тіла вже давно не має відносно високий економічний статус, вона стає ознакою скрутного матеріального стану.

Проблема надлишкової маси тіла, у більшості випадків, пов'язана з нерациональним харчуванням і значним зменшення енергозатрат на життєдіяльність.

Медичні наслідки ожиріння дуже вагомі, оскільки існує низка захворювань і синдромів, асоційованих з ожирінням [3]:

- серцево-судинні захворювання (артеріальна гіпертензія, хронічна серцева недостатність, тромбоз лівої легеневої артерії, варикозне розширення вен);
- ендокринно-метаболічні захворювання та розлади (метаболічний синдром, цукровий діабет 2 типу або порушення толерантності до глюкози, дисліпідемія, порушення менструального циклу, аменорея, безпліддя, ерекційна дисфункція, синдром полікістозних яєчників);
- захворювання органів травлення (гастро-езофагеальна рефлексна хвороба, неалкогольна жирова хвороба печінки, жовчогінна хвороба, дискинезія жовчогінних шляхів, панкреатит, гастроптоз, кишковий дисбіоз, грижі);
- порушення функцій дихальної системи (синдром обструктивного апноє під час сну, синдром гіповентиляції, бронхіальна астма);
- неврологічні захворювання (мозковий інсульт, ідіопатична внутрішньочерепна гіпертензія, парестезичний біль у стегні);
- новоутворення (рак ендометрії, яєчників, шийки матки, молочних залоз, передстатевої залози, товстого кишечника, жовчного міхура, підшлункової залози, печінки);
- ураження шкіри (стрії, гіпепігментація, лімфостаз, панікуліт, опрілості, гнійовикові ураження, карбункули);
- захворювання опорно-рухового апарату (гіперурикемія та подагра, остеопорози (частіше за все колінних і стегнових суглобів), дегенеративні захворювання хребта, остеопороз);
- захворювання сечостатевої системи (хвороби сечового міхура, нестримання сечі, гломерулопатії, пієлонефрит, ускладнення вагітності, безпліддя);
- порушення згортання крові;
- психічні та психологічні розлади (депресія, зниження почуття самоповаги, соціальний дискомфорт).

Основними методами лікування ожиріння є: дієтотерапія, збільшення фізичної активності, фармакотерапія, хірургічне лікування. Для стабільного зменшення маси тіла рекомендовано дієти з дефіцитом у 600 ккал на добу [3].

У зв'язку з цим виникає потреба у розробленні харчових продуктів, зокрема борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності. Розробленням борошняних кондитерських виробів, калорійність яких знижена, займаються науковці в Україні та закордоном.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розроблено низку рецептур цукрового печива [4] із застосуванням сировини, багатой на фізіологічно-функціональні інгредієнти: насіння льону, олію лляну обліпихову, гарбузову, порошок споришу, порошок квасолі білої сушеної, порошок барбарису сушеного, сироп з обліпихи, порошок медуниці лікарської, порошок абрикосів сушених, порошок сушених яблук, порошок листя малини сушеної, порошок листя календули лікарської сушеної. При цьому досягається підвищення фізіологічної цінності виробів та незначне (на 2...5%) зниження калорійності. Науковцями встановлено, що застосування добавок з плодів чорноплідної горобини під час виготовлення виробів з пісочного тіста дає змогу зменшити кількість жирового компонента — вершкового масла та

повністю виключити з рецептури яйцепродукти завдяки наявності у добавки поверхнево-активних властивостей, що зменшує енергетичну цінність кінцевих продуктів на 8%. Проводяться дослідження з розроблення затяжного печива зі застосуванням фізіологічно-функціональних інгредієнтів для людей похилого віку, калорійність такого печива знижено на 9...10% [5]

Існують розробки мафінів зі зниженою калорійністю та глікемічністю, що досягається застосуванням цукрозамінників [6]. Розроблено кекс зі зниженою калорійністю, що досягається введенням поліфункціональних добавок — порошків із сушених вичавок ягід брусниці або журавлини, що містять харчові волокна, вітаміни, біофлавоноїди, макро- і мікроелементи. Потрібно зазначити, що у виробих, виготовлених за запропонованою технологією, відбувається зниження калорійності на 11,4% [7].

Розроблено борошняні кондитерські вироби із застосуванням яблучного порошку. Енергетична цінність розроблених виробів зменшилася: в бісквіті яблучному — на 5,3%, в пряниках фруктових — на 3,0% [8].

Розроблено технології бісквітів і кексів на основі сухих сумішей. Калорійність розроблених бісквітів на 2,9...4,5% менша, ніж у традиційного основного бісквіта, кексів — на 3,4...11,0%, ніж кексу «Столичного» [9]

Існують розробки печива, до складу якого входять пектин, мікрокристалічна целюлоза, альгінат кальцію, бурі водорості та продукти їх переробки, що дає змогу збагатити вироби харчовими волокнами й одночасно знизити калорійність. Із застосуванням мікрокристалічної целюлози розроблено низькокалорійні вафлі та тістечка, калорійність останніх зменшена на 25% [10].

У різних країнах світу існують вимоги до продуктів, які дозволено маркувати як вироби «із зменшеною калорійністю». В США — це продукти, в яких калорійність зменшена на 25% порівняно з подібним продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою. У європейських країнах прийняті різні вимоги до харчових продуктів «із зменшеною калорійністю»: в Німеччині — на 30%, Швеції — 25%, Іспанії — 30%, Великій Британії — 25%, Франції — 33%, Нідерландах — 33% [11].

Зважаючи на вищевикладене, доцільним є розроблення борошняних кондитерських виробів, калорійність яких істотно знижена. Проаналізувавши рецептурний склад різних груп борошняних кондитерських виробів, можна зробити висновок, що у частині виробів (кекси, печиво здобне, цукрове) висока калорійність здебільшого обумовлена значною кількістю жиру та цукру білого, в інших виробих (бісквіти, білково-збивне печиво) калорійність обумовлена великим вмістом цукру.

Метою дослідження є розроблення низки борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності шляхом зменшення жирової компоненти (за рахунок введення сировини з подібними до жиру властивостями, але зі зниженою калорійністю) та кількості цукру білого або заміна його на цукрозамінники з меншою калорійністю.

Викладення основних результатів досліджень. Розроблено кекси, бісквіти, білково-збивне печиво, калорійність яких знижено на 25...48%.

До рецептури кексів, типовим представником яких є кекс «Столичний», входить близько 27% жиру, 27% цукру білого. Тому з метою зниження калорійності кексів було проведено дослідження щодо можливості зменшення кількості жирової компоненти та застосування цукрозамінників.

За оглядом інформаційних джерел була встановлена можливість застосування продуктів BENEО для зниження калорійності виробів.

Продукти BENEО сприяють зменшенню калорійності виробів, оскільки калорійність інуліну дорівнює 0 ккал/г, олігофруктози — 1,6 ккал/г [12]. Ряд продуктів BENEО (BENEО™ HP, HP-Gel, HPX) має здатність замінювати жир у харчових продуктах, що є позитивним при розробленні виробів для всіх верств населення, особливо для осіб літнього віку. Однією з позитивних властивостей інуліну та олігофруктози є те, що вони стимулюють рост біфідобактерій, а це, у свою чергу, запобігає розмноженню патогенних мікроорганізмів.

Враховуючи результати досліджень і рекомендації фірми ORAFTI стосовно продуктів BENEО, для заміни жиру в харчових продуктах нами вибрано продукт BENEО™ HPX, оскільки він є більш термостабільним [12].

За базову рецептуру було взято рецептуру кексу «Столичний», в якому замінювали різну кількість жиру на гель, виготовлений з продукту BENEО™ HPX. Для виготовлення гелю дотримувались такої технології: BENEО™ HPX з'єднували з водою у співвідношенні 1:2 і залишали для набухання на 30 хв. За співвідношення BENEО™ HPX:вода, яке складає 1:2, отримується однорідна маса, що за консистенцією подібна до розм'якшеного вершкового масла. Було проведено низку дослідів, в яких жирову компоненту частково (від 10 до 50%) замінили на гель BENEО™ (рис. 1).

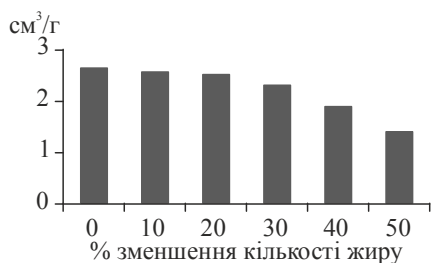


Рис. 1. Зміна питомого об'єму кексу при зменшенні кількості жиру

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що у разі додавання BENEО™ HPX і зменшенні кількості жиру більш ніж на 30% спостерігається різке зменшення об'єму виробу, тому максимальне зменшення вмісту жиру в рецептурах кексу типу «Столичний» має становити не більше 25...30%. Розрахунок калорійності 100 г кексу зі зменшеною кількістю жиру показав, що його калорійність, порівняно з кексом «Столичний», знижено тільки на 13%.

Таке зменшення кількості жиру не дає можливості надати кексу статус «зі зниженою калорійністю». Для надання такого статусу потрібно істотно знизити калорійність, що може бути здійснено за рахунок використання замість цукру білого цукрозамінників, калорійність яких вдвічі вища за калорійність цукру.

З цією метою було застосовано цукрозамінник лактитол, калорійність якого дорівнює 2,0...2,4 ккал. Оскільки такі вироби можна рекомендувати для споживання хворим на цукровий діабет, з рецептурних композицій було вилучено родзинки, тому що в них міститься велика кількість глюкози.

Проведений розрахунок показав, що кекс зі зменшеною кількістю жиру, що досягається використанням BENEOTMHPX та заміною цукру на лактитол, має калорійність на 25, 0...25,1% менше, тобто такий кекс заслуговує на статус виріб «зі зниженою калорійністю». Результати проведених досліджень використано для розроблення рецептури кексу «Насолода».

Бісквіти та вироби на їх основі користуються популярністю у населення України. Однак до складу традиційних бісквітів входить значна кількість цукру білого (близько 30%), що обумовлює їх калорійність.

Бісквіти мають пористу піноподібну структуру, утворення якої обумовлено яйцепродуктами. В той же час роль цукру (сахарози) в утворенні структури бісквітного дуже вагома. Враховуючи це, можна припустити, що і цукрозамінники матимуть вагомий вплив на процес піноутворення.

Дослідження показали (рис. 2), що такі цукрозамінники, як лактитол, ізомальтитол, мальтитол, еритритол по-різному впливають на процес піноутворення меланжу.

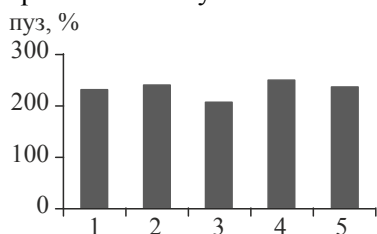


Рис. 2. Піноутворююча здатність системи/маси: 1 — меланж-сахароза; 2 — меланж-лактитол; 3 — меланж-ізомальтитол; 4 — меланж-еритритол; 5 — меланж-мальтитол

ланж-мальтитол характеризуються достатньою піноутворювальною здатністю та гарною стабільністю піни.

Відомо, що температура істотно впливає на процес піноутворення — з підвищенням температури (до певної межі) піноутворення збільшується. Тому з метою покращення піноутворення маси меланж-ізомальтитол і стабілізації меланж-еритритол було застосовано теплий спосіб приготування бісквітного тіста.

За результатами проведених досліджень встановлено, що у разі використання лактитолу та мальтітолу доцільно вести технологічний процес без змін параметрів тістоприготування аналогічно виробам на цукрі білому, у разі використання ізомальтітолу та еритритолу потрібно використовувати теплий спосіб приготування тіста. За таких умов піноутворююча здатність меланж-ізомальтитол збільшується на 25%, а стійкість піни меланж-еритритол підвищується на 15%. Дослідження показали, що тісто на основі ізомальтітолу має більшу густину порівняно з тістом на цукрі білому на 30%. Тому було оптимізовано рецептурний склад бісквіту та запропоновано внесення кукурудзяного крохмалю в суміші з борошном у співвідношенні 1:4.

Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що максимальне піноутворення притаманне масі меланж-еритритол, однак пінна структура даної системи є нестійкою і піддатлива до руйнування, що пов'язано з утворенням піни з більшими розмірами чарунок повітря. Піноутворення в системі меланж-ізомальтитол є мінімальним серед досліджуваних об'єктів, що пов'язано з більшою в'язкістю його розчинів. Маси меланж-лактитол і меланж-мальтитол характеризуються достатньою піноутворювальною здатністю та гарною стабільністю піни.

Розрахунок калорійності бісквітів показав, що у разі застосування еритритолу вона зменшується на 46%, ізомальтитолу, лактитолу — на 19,0...19,5%. Результати проведених досліджень використано під час розроблення рецептур бісквітів «Легкість», «Натхнення», «Лактитолочка», «Мальта».

Основною сировиною традиційних білково-збивних виробів є цукор білий і яєчний білок, тобто основним калорійним компонентом є цукор. Отже, для зменшення калорійності виробів потрібно цукор замінити цукрозамінниками, які мають меншу калорійність. З цією метою нами було застосовано лактитол та ізомальтитол.

Проведені нами дослідження показали, що оптимальне співвідношення відновленого водою яєчного білка до маси цукрозамінників (лактитол, ізомальтитол) відповідає 1,0:1,0...1,25, що було використано під час розроблення рецептурних композицій білково-збивного напівфабрикату та печива на лактитолі та ізомальтитолі.

З метою надання виробом функціональних властивостей відновлення сухого яєчного білка запропоновано здійснювати морквяним соком. Встановлено, що це має позитивний вплив на ПУЗ суміші як на основі лактитолу, так і на основі ізомальтитолу. Так, ПУЗ суміші лактитол-відновлений морквяним соком сухий яєчний білок порівняно з ПУЗ суміші лактитол-відновлений водою сухий яєчний білок збільшується на 20%, в аналогічних масах на ізомальті збільшення ПУЗ відбувається на 10 %.

За результатами досліджень розроблено білково-збивне печиво «Лактитолочка» та «Ізомальточка», калорійність яких на 48% менша від калорійності традиційного виробу на цукрі. У разі відновлення сухого яєчного білка морквяним соком, споживання 50 г розроблених виробів забезпечить 20...21% добової потреби у вітаміні А (перерахунок з β -каротину), що дає змогу віднести їх до функціональних харчових продуктів.

Висновки

За результатами досліджень розроблено низку борошняних кондитерських виробів, калорійність яких знижено. Враховуючи міжнародні вимоги, статусу харчовий продукт «із зменшеною калорійністю» заслуговує кекс «Насолода», бісквіт «Легкість», білково-збивне печиво «Лактитолочка» і «Ізомальточка». Зменшення калорійності бісквітів «Натхнення», «Лактитолочка», «Мальта» недостатнє для надання їм такого статусу, однак зменшення калорійності виробів майже на 20% є позитивним.

Література

1. The state of food and agriculture [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf>.
2. Погорелов Я.Д. Избыточная масса тела — актуальная проблема в современном мире / Я.Д. Погорелов, А.Н. Лазоренко, Б.Г. Хуратова. — Вопросы питания. — 2003. — № 6. — С. 36—39.
3. Ожирение как проблема клинической медицины // Ліки України. — 2009. — № 6. — С. 31—37.
4. Покращення харчової цінності цукрового печива [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://tntforum.ukrainianforum.net/t84-topic>.

5. *Дорохович А.М.* Розробка технології зятого печива спеціального призначення з врахуванням вимог нутріціології для людей похилого віку / А.М. Дорохович, М.М. Петренко // Збірник наук. праць Подільського державного аграрно-технічного університету. — Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2016. — № 24, Ч. 2. — С. 90—99.

6. *Дорохович А.* Маффины функционального и диетического назначения / А. Дорохович, Н. Лазоренко // Хранительна наука, техника и технологии 2012 : матер. научна конф. с междунар. участ. — Пловдив, 2012. — Т. LIX. — С. 108—112.

7. Кекси зниженої калорійності [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://findpatent.com.ua/patent/249/2498574.html>.

8. *Калакура М.М.* Оптимізація якості кондитерських виробів із використанням яблучного порошку / М.М. Калакура, А.Т. Ратушенко, Г.А. Бублик // Технологический аудит и резервы производства. — 2016. — № 3/3(29). — С. 12—17.

9. *Туманова А.Е.* Микрокристаллическая целлюлоза в производстве печенья. — Матер. II-й междунар. науч.-техн. конф. «Техника и технология пищевых производств». — Беларусь, Могильов, 2000. — С. 69.

10. *Куличко А.И.* Современные технологии производства кондитерских изделий с применением пищевых волокон / А.И. Куличко, С.А. Жукова // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — С. 203—206.

11. *Корякина С.Я.* Новые виды мучных кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С.Я. Корякина. — Орел : Труд, 2006. — 480 с.

12. *Перковец М.В.* Сказочные идеи для всех отраслей от ORAFTI — польза для здоровья и бизнеса / М.В. Перковец // Сб. докл. 8-го Междунар. форума «Пищевые ингредиенты XXI века». — Москва, — 2007. — С. 51—55.

METHODS OF IMPROVING VEGETARIAN FOOD BASED ON REPLACING ANIMAL PRODUCTS BY CHIA SEEDS

I. Ditrykh, L. Bui, A. Hanzha

National University of Food Technologies

Key words:

*Vegetarian food
Protein
 ω -3 fatty acids
Vitamins
Functional ingredients
Chia seeds*

Article history:

Received 15.05.2017
Received in revised form
05.06.2017
Accepted 21.06.2017

Corresponding author:

I. Ditrykh
E-mail:
irindtr@gmail.com

ABSTRACT

The article is devoted to the substantiation of the results of studies on the usefulness of the vegetarian diet, and outlines its main types. Relying on the position of Ukrainian doctors and the work of foreign scientists, the main advantages and disadvantages of vegetarianism are presented. The use of alternative raw materials — chia seeds — in the diet of vegetarians is proposed in order to provide the body with the necessary nutrients. We characterized the chemical composition of chia seeds and their interchangeability with basic food, which should be used in the development of different types of vegetarian menus. The dish of functional purpose “Salad with grapefruit, kelp and chia seed”, enriched with protein and ω -3 unsaturated fatty acids, is proposed. For this dish the technology maps are developed and its chemical composition is presented, confirming the feasibility of using chia seeds as a functional ingredient.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-27

СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРЧУВАННЯ ВЕГЕТАРІАНЦІВ НА ОСНОВІ ЗАМІНИ ПРОДУКТІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НАСІННЯМ ЧІА

І.В. Дітріх, Л.М. Буй, А.А. Ганжа

Національний університет харчових технологій

Статтю присвячено обґрунтуванню результатів досліджень щодо корисності вегетаріанського способу харчування, окреслено основні його види. Спираючись на позиції українських лікарів і праці зарубіжних учених, представлено головні переваги та недоліки вегетаріанства. Запропоновано використання альтернативної сировини — насіння чіа — у раціоні вегетаріанців з метою забезпечення організму необхідними нутрієнтами. Охарактеризовано хімічний склад насіння чіа та його взаємозамінності з основними продуктами харчування, які доцільно використовувати при розробках вегетаріанського меню різних видів. Запропоновано страву функціонального призначення «Салат з грейпфрутом, ламінарією та насінням чіа», збагачену білком і ω -3 ненасиченими жирними кислотами, на яку розроблено технологічні карту та схему приготування, і наведено хімічний склад, що підтверджує доцільність використання насіння чіа як функціонального інгредієнта.

Ключові слова: вегетаріанське харчування, білок, ω -3 ненасичені жирні кислоти, вітаміни, функціональний інгредієнт, насіння чіа.

Постановка проблеми. Останніми роками підвищився інтерес населення до різних видів нетрадиційного харчування. Під нетрадиційними розуміють такі види харчування, які відрізняються від прийнятих науково-обґрунтованих принципів і способів харчування. У західних країнах все більш популярним стає вегетаріанський спосіб харчування.

Вегетаріанець — споживач, який не їсть м'ясо або рибу, а іноді й інші продукти тваринного походження, виходячи з моральних, релігійних причин або особливостей здоров'я [1]. Розрізняють декілька видів вегетаріанства:

- лактовегетаріанство — допускається вживання молочних продуктів;
- оовегетаріанство — допускається вживання яєць;
- лактоововегетаріанство — допускається вживання яєць і молочних продуктів;
- веганство (суворе вегетаріанство) — забороняються вживання всіх продуктів тваринного походження (у тому числі сичужного ферменту, желатину, меду тощо) [2].

Останнім часом дедалі більшої популярності набуває органічна продукція — без додавання гормонів, антибіотиків, стимуляторів росту тощо. Заклади ресторанного господарства намагаються вводити такі продукти до раціону харчування, оскільки при їх споживанні організм отримує різні необхідні йому вітаміни, мінерали, а також зміцнюється імунітет [3].

Мета статті полягає у дослідженні та обґрунтуванні доцільності використання альтернативної сировини — насіння чіа — у раціоні вегетаріанців і розробці рецептури страви «Салат з грейпфрутом, ламінарією та насінням чіа» на основі принципів нутріціології та харчової комбінаторики.

Матеріали і методи. Основу дослідження склали діалектичний метод наукового пізнання, методи теоретичного узагальнення, наукової індукції та дедукції, синтезу, абстракції, методи системного, структурного, компаративного, математичного аналізу, графічний метод, праці вітчизняних і зарубіжних вчених, присвячених проблемам вегетаріанського способу харчування.

Результати і обговорення. Існують різні думки щодо корисності вегетаріанської дієти. Згідно з офіційною відповіддю МОЗ України від 03.06.2014 № 05.01-20/17/694/ЗПІ-14/15332 на запит споживачів від 29 травня 2014 року, наукові дослідження стосовно впливу вегетаріанського способу харчування на здоров'я людини не проводились, проте цей спосіб відповідає принципам доказової медицини [4]. Вегетаріанська дієта може бути використана дорослими чоловіками та жінками. Водночас такий спосіб харчування є небажаним і може бути небезпечним для здоров'я дітей та підлітків, вагітних і жінок-годувальниць, осіб похилого віку, а також при низці хронічних захворювань внутрішніх органів. Перед прийняттям рішення щодо переходу на виключно вегетаріанське харчування доцільно отримати консультацію лікаря стосовно можливих ризиків для здоров'я і необхідних заходів щодо їх запобігання [5].

У результаті дослідження даного питання провідними спеціалістами Інституту педіатрії, акушерства і гінекології Національної академії медичних

наук України було сформульовано позицію лікарів щодо вегетаріанства: «перевагою вегетаріанських дієт є високий вміст вуглеводів, харчової клітковини, омега-6 жирних кислот, вітаміну Е, фолієвої кислоти, вітаміну С, каротиноїдів та магнію. Поряд з цим вегетаріанські дієти характеризуються низьким вмістом білків, насичених жирів, довголанцюгових ω -3 жирних кислот, вітаміну В12, ретинолу, вітаміну D, кальцію, цинку та (іноді) заліза» [4]. За дослідженнями британських вчених П. Апплебі, Т. Кея, М. Бурра, Дж. Манна, вегетаріанці мають нижчу смертність серед населення в цілому [6].

Таким чином, вегетаріанська дієта має свої переваги та недоліки. Для збалансованого харчування страви, що входять до раціону вегетаріанців, необхідно збагачувати дефіцитними поживними речовинами, які містяться у продуктах харчування. Таким альтернативним функціональним інгредієнтом страв може бути насіння чіа, у якому міститься значна кількість білків та ω -3 жирних кислот.

Чіа біла, або Шавлія іспанська (лат. *Salvia hispanica*) — рослина родини Ясноткових, роду Шавлія. У кулінарії також використовується близькоспоріднений вид *Salvia columbariae* [7]. Батьківщиною рослини є Центральна і Південна Мексика, а також Гватемала. На сьогодні чіа культивується у багатьох країнах Південної Америки та в Австралії.

У табл. 1 наведено дані, що стосуються вмісту поживних харчових речовин у насінні чіа.

Таблиця 1. Вміст поживних харчових речовин у насінні чіа [8]

Харчові речовини	Вміст у 100 г
Білок, г	20—22
Жири, г	30—35
Вуглеводи, г	25—41
Харчові волокна, г	18—30
Зола, г	4—6
Насичені жирні кислоти, г	3,3
Ненасичені жирні кислоти, г	27
У тому числі ω -3, г	21
Мінеральні речовини, мг:	
Кальцій	536
Магній	350,3
Натрій	12,2
Калій	564
Фосфор	751
Залізо	6,3
Цинк	4,4
Мідь	1400
Вітаміни, мг	
Вітамін В ₁	0,45
Вітамін В ₂	0,04
Вітамін В ₆	0,1
Вітамін В ₉ , мкг	110
Вітамін С	5,4
Вітамін Е	1,16
Вітамін РР	6,13
Енергетична цінність, кДж	1 964

Дані, наведені в табл.1, слід враховувати при розробці вегетаріанського меню різних видів, адже насіння чіа є джерелом значної кількості білків, мінеральних речовин, вітамінів, а також омега-3 ненасичених жирних кислот і за своїм хімічним складом може замінювати продукти тваринного походження. У табл. 2 наведено порівняльний аналіз хімічного складу чіа і продуктів харчування тваринного походження.

Таблиця 2. Порівняльна характеристика хімічного складу насіння чіа і продуктів харчування тваринного походження [8; 9]

Харчові речовини	Норми вживання, г	Вміст речовин в 100 г				
		Насіння чіа	Риба (лосось)	М'ясо (свинина)	Молоко	Яйця
Білок, г	80—100	22	20	19,4	2,9	12,7
Жири, г	80—100	30—35	8,1	7,1	2,5	11,5
Вуглеводи, г	450	25—41	—	—	4,8	0,7
Харчові волокна, г	25—30	18—30	—	—	—	—
Ненасичені жирні кислоти, г	2—6	27	1,5	1,5	1,7	1,26
У тому числі ω -3, г	2—6	21	4,4	1,2	0,7	1,1
Мінеральні речовини, мг:						
Кальцій	800—1 200	536	15	8	120	55
Магній	350—500	350,3	25	26	14	12
Натрій	1 000	12,2	45	41	50	134
Калій	1 100—2 000	564	420	345	146	140
Фосфор	500	751	210	220	90	192
Залізо	10—20	6,3	0,8	1,6	0,1	2,5
Цинк	15—20	4,4	0,64	2,07	0,4	1,11
Мідь, мкг	1400	1400	250	96	12	83
Вітаміни, мг						
Вітамін В ₁	1,6—2,5	0,45	0,23	1,45	0,04	0,07
Вітамін В ₂	1,3—2,4	0,04	0,25	0,16	0,15	0,44
Вітамін В ₆	1,7—2,2	0,1	0,8	0,5	0,05	0,14
Вітамін В ₉ , мкг	200	110	25	6,1	5	7
Вітамін С	70—100	5,4	1	—	1,3	—
Вітамін Е	8—10	1,16	1,8	0,5	—	0,6
Вітамін РР	100	6,13	9,4	2,63	0,8	3,6
Енергетична цінність, ккал		472	153	142	54	157

Аналіз даних, наведених у табл. 2, свідчить про те, що насіння чіа містить вдвічі більше білка, ніж у яйцях і в 7 разів більше, ніж у молоці. Жирів у чіа в 3 рази більше, ніж в яйцях, в 4 рази більше, ніж в рибі, в 5 разів більше, ніж у м'ясі і в 15 разів більше, ніж у молоці. Вміст ω -3 ненасичених жирних кислот у насінні чіа в 4 рази більший, ніж у вищенаведених продуктах (див. рис. 1). Вміст мінеральних речовин і вітамінів у насінні чіа вищий порівняно із продуктами тваринного походження за такими елементами: кальцієм магнієм, фосфором, залізом, міддю та вітамінами В₉ та С.

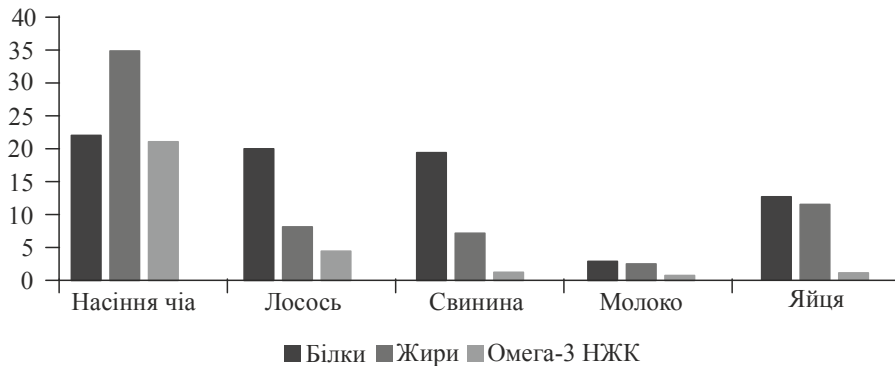


Рис. 1. Вміст поживних речовин у насінні чіа і продуктах харчування тваринного походження

Посилаючись на середні показники добових потреб організму людини у поживних речовинах та мінеральних елементах, визначено, що 25 г насіння чіа є оптимальною кількістю для щоденного споживання [9].

На основі вищенаведених даних доцільно визначити ступінь взаємозамінності досліджуваних продуктів за нутрієнтним складом (табл. 3).

Таблиця 3. Взаємозамінність насіння чіа з продуктами тваринного походження

Харчові речовини	Вміст речовин в 25 г Чіа	Кількість продукту, що замінює 25 г Чіа, г			
		Риба (лосось)	М'ясо (свинина)	Молоко	Яйця
1	2	3	4	5	6
Білки	5,5	27,5	28,4	189,7	43,3
Жири	8,75	108	123,2	350	76,1
Вуглеводи	8,25	—	—	171,9	777,5
ω-3 НЖК	5,25	119,3	437,5	750	477,3
Кальцій	134	893,3	1675	111,6	243,6
Магній	87,6	350,4	336,9	625,7	730
Фосфор	187,75	89,4	85,3	208,6	97,8
Залізо	1,575	196,9	98,4	1575	63
Мідь, мкг	350	140	364,6	2 916,7	421,7
Вітамін В9	27,5	110	450,8	750	392,9
Вітамін С	1,35	135	—	103,8	—

Дані, наведені в табл. 3, доводять, що насіння чіа є інгредієнтом, який в певній мірі може бути замінником продуктів тваринного походження в раціоні вегетаріанців.

Насіння чіа за кольором буває двох видів: біле і чорне. Воно має нейтральний смак та аромат, тому може бути інгредієнтом багатьох страв. У зв'язку з цим для дослідження було запропоновано страву «Салат з грейпфрутом та ламінарією», збагачену насінням чіа, технологічна карта якої наведена у табл. 4.

Таблиця 4. Технологічна карта на функціональну страву «Салат з грейпфрутом, ламінарією і насінням чіа»

№ п.п	Найменування сировини	Маса сировини, г		Нормативна документація
		1 Б	1 Н	
1.	Рукола	33	30	ДСТУ318-91
2.	Салатний лист	33	30	ДСТУ2660-94
3.	Лимонний сік	5	5	ДСТУ3234-95
4.	Грейпфрут	70	60	ДСТУ7035-09
5.	Ламінарія	60	60	ДСТУ3246-95
6.	Оливкова олія	5	5	ДСТУ3233-95
7.	Насіння чіа	10	10	ДСТУ4637-06
	Вихід		200	

Загальна технологічна схема приготування салату з грейпфрутом і ламінарією з додаванням насіння чіа представлена на рис. 2.

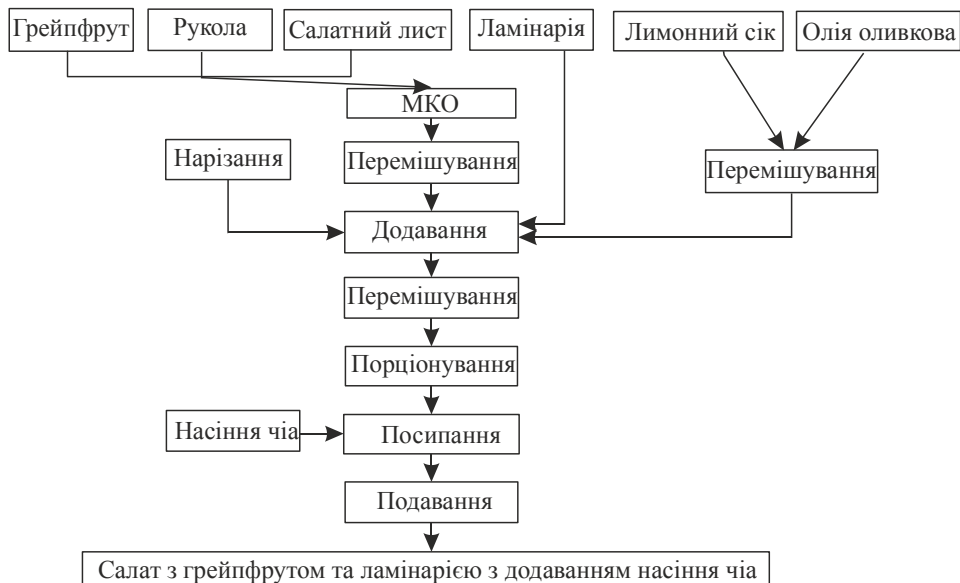


Рис. 2. Загальна технологічна схема приготування салату з грейпфрутом і ламінарією з додаванням насіння чіа

Грунтуючись на потребі вегетаріанців у білках і ω -3 ненасичених жирних кислотах у страву як функціональний інгредієнт було додано насіння чіа. Вміст хімічних речовин у страві наведено в табл. 5.

Таблиця 5. Вміст хімічних речовин у страві «Салат з грейпфрутом, ламінарією та насінням чіа»

Харчові речовини	Рукола	Листя салату	Грейпфрут	Ламінарія	Лимонний сік	Олія оливкова	Насіння чіа	Всього	Забезпечення добової потреби, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Білок, г	0,77	0,45	0,42	0,59	0,04	—	2,1	4,37	5,5
Жири, г	0,2	0,06	0,12	0,13	0,01	4,99	3,3	8,81	11,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вуглеводи, г	1,09	0,6	3,9	1,95	0,15	—	3,3	10,99	2,4
Харчові волокна, г	0,48	0,36	1,08	0,39	0,1	—	2,5	4,91	19,64
ω-3 НЖК, г	0,05	—	—	—	—	0,55	2,1	2,7	54,0
Мінеральні речовини, мг:									
Кальцій	48	23,1	13,8	26	2	—	53,6	166,5	16,7
Магній	14,1	12	6	110,5	0,6	—	35	178,2	44,5
Натрій	8,1	2,4	7,8	338	0,55	—	1,2	358,05	35,8
Калій	110,7	66	110,4	630,5	8,15	—	56,4	982,15	64,5
Фосфор	15,6	10,2	10,8	35,75	1,1	0,1	75,1	148,65	29,7
Залізо	0,44	0,18	0,3	10,4	0,03	0,02	0,63	12	80
Цинк	0,14	0,08	0,04	—	0,01	—	0,4	0,67	3,9
Мідь, мкг	22,8	36	28,2	—	12	—	140	239	17,1
Вітаміни, мг									
Вітамін В ₁	0,01	0,01	0,02	0,03	0,002	—	0,045	0,117	5,85
Вітамін В ₂	0,02	0,02	0,01	0,04	0,001	—	0,004	0,095	4,75
Вітамін В ₆	0,02	0,05	0,03	0,01	0,003	—	0,1	0,213	10,65
Вітамін В ₉ , мкг	29,1	14,4	6	1,49	0,45	—	11	62,44	31,22
Вітамін С	4,5	4,5	20,64	1,3	2	—	0,54	33,48	39,38
Вітамін Е	0,13	0,21	0,08	—	0,01	0,61	0,11	1,15	12,77
Вітамін РР	0,09	0,27	0,15	0,26	0,01	—	0,61	1,39	1,39
Енергетична цінність, кДж	31,2	19,9	79,9	67,3	7,1	186,8	47,2	439,4	

Аналіз даних табл. 5 показав, що насіння чіа забезпечує організм людини певною кількістю поживних речовин.

Висновки

Представлено переваги та недоліки вегетаріанського способу харчування, визначено дефіцитні нутрієнти у харчуванні веганів. Проведено порівняльний аналіз хімічного складу насіння чіа та харчових продуктів тваринного походження. Доведено, що насіння рослини роду Шавлія (чіа) може бути функціональним інгредієнтом у стравах харчового раціону вегетаріанців, який сприятиме збалансуванню харчування.

Література

1. English Oxford Living Dictionaries [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://en.oxforddictionaries.com/>.
2. The American Journal of Clinical Nutrition [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ajcn.nutrition.org/content/78/1/3.full>.
3. Неміріч О.В. Технологічні аспекти виготовлення збивної страви з порошком з топінамбуру / О.В. Неміріч, М.А. Возненко, І.І. Бондаренко, Б.О. Яценко // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. — 2016. — Т. 18, № 2(68). — С. 32—36.
4. Вегетаріанське харчування [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://dostup-pravda.com.ua/request/vieghietarianskie_kharchuvannia.
5. Позиція МОЗ України щодо вегетаріанства [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://7promeniv.com.ua/kharchuvannia/vegetarianstvo/1400-pozytyisia-moz-ukrainy-shchodo-vegetarianstva.html#vidp_2.

6. *Paul N Appleby, Timothy J Key, Margaret Thorogood, Michael L Burr, Jim Mann* Mortality in British vegetarians [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <file:///C:/Users/Admin/Desktop/1.pdf>.

7. *Бернардино де Саагун, Куприенко С.А.* Общая история о делах Новой Испании. Книги X—XI: Познания астеков в медицине и ботанике / Ред. и пер. С. А. Куприенко. — Київ : Видавець Купрієнко С.А., 2013. — 218 с.

8. *Конь И.Я.* Отчет по научно-исследовательской работе по теме: «Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения чиа в питании детей старше трех лет», выполненной в рамках договора № 74-д от 17 декабря 2012 года / И.Я. Конь, Н.М. Шилина, М.В. Гмошинская, В.В. Бессонов, А.А. Кочеткова, М.А. Гурченкова [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://oreluniver.ru/public/file/archive/-1_2017.pdf.

9. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник Мак Канса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А.К. Батурина. — Санкт-Петербург : Профессия, 2006. — 416 с.

NATURAL BASIS FOR FAST-COOKED KISSEL

O. Lysyi, O. Hrabovska

National University of Food Technologies

Key words:

*Food concentrate
Kissel
Modified starch
Fruit powder
Rheology*

Article history:

Received 04.05.2017
Received in revised form
28.05.2017
Accepted 14.06.2017

Corresponding author:

O. Lysyi
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of studies of formulations of instant cooking food concentrates of kissel enriched with biologically active substances. A natural basis for kissel was developed with the use of modified starch and fruit and vegetable powders. Based on the conducted rheological studies and a comprehensive organoleptic quality assessment, it has been found that the developed instant food kissel samples have better structural, mechanical and organoleptic characteristics compared to commercially available samples of kissel. The production of fast-cooking kissel on a natural basis will expand the range of products for health improvement.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-28

НАТУРАЛЬНА ОСНОВА ДЛЯ КИСЕЛЮ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ

О.В. Лисий, О.В. Грабовська

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень рецептур харчоконцентратів киселів швидкого приготування, збагачених біологічно активними речовинами. Розроблено натуральну основу для киселю з використанням модифікованих видів крохмалю та фруктових і овочевих порошків. На основі реологічних досліджень і проведеної комплексної органолептичної оцінки якості встановлено, що розроблені зразки киселю швидкого приготування мають кращі структурно-механічні й органолептичні характеристики порівняно з наявними у торговельній мережі видами киселів. Виробництво запропонованого киселю швидкого приготування на натуральній основі розширить асортимент продуктів оздоровчо-профілактичного призначення.

Ключові слова: харчоконцентрат, кисіль, модифікований крохмаль, фрукто-ві порошки, реологія.

Постановка проблеми. На сьогодні на ринку України представлено широкий асортимент продукції харчоконцентратного виробництва, в тому числі і харчових концентратів десертних страв. До більшої частини даної

групи продукції за оригінальними рецептурами включені фруктові або плодово-ягідні наповнювачі, проте згідно з чинними нормативними документами дозволено замінювати натуральні, природні наповнювачі та добавки синтетичними (барвники, ароматизатори, смакові добавки тощо). Цим часто користуються виробники харчоконцентратної продукції з метою зменшення собівартості продукції та нарощування обсягу виробництва за рахунок заміни натуральних складових. Це призводить до значного зменшення харчової цінності кінцевого продукту, а також ставить під сумнів можливість його використання у харчовому раціоні дітей і людей похилого віку [2; 5].

Слід відмітити, що харчові концентрати (ХК), у складі яких використано натуральні компоненти, також мають певні недоліки. Так, наприклад, сухі плодово-ягідні киселі, до складу яких входять плодово-ягідні екстракти, одержані шляхом уварювання прозорих соків, мають ряд недоліків. Відсутність в екстрактах пектинових речовин зменшує їх харчову цінність. Тривалість технологічного процесу одержання екстрактів призводить до руйнування вітамінів і втрати інших біологічно активних речовин. Екстракти, які використовують для приготування харчоконцентратів киселів, мають відносно низький вміст сухих речовин (СР). Так, масова частка СР в екстракті з винограду становить 62%, журавлини — 54%, чорної смородини — 44%. Масова частка СР ХК киселю ($\approx 94\%$) не завжди досягається купажуванням, тому суміш часто доводиться підсушувати, додатково втрачаючи при цьому корисні речовини і енергію. Крім того, при змішуванні екстрактів з цукром у процесі виробництва сухих киселів утворюється липка маса, яка перешкоджає механізації процесу фасування готових продуктів. Такий кисіль необхідно заварювати окропом, доводити до кипіння і варити протягом 3—5 хв, що, у свою чергу, вимагає додаткових енерговитрат та часу [5].

Термічна обробка суміші (використання окропу) негативно впливає на термолабільні біологічно активні речовини (БАР), а саме: вітаміни тощо, та призводить до їх часткового або повного руйнування, тому вміст БАР у готовому продукті буде низький.

Мета статті: розроблення рецептур і дослідження якісних показників киселів швидкого приготування на основі модифікованих видів крохмалю, збагачених фруктовими порошками.

Викладення основних результатів дослідження. Для визначення оптимальної кількості компонентів при складанні рецептур концентратів киселів було застосовано математичне моделювання процесу приготування киселю, в основі якого симплекс-метод. Реологічні характеристики готових зразків киселю досліджено за допомогою роторного віскозиметра «Реотест-2». Органолептична оцінка якості розроблених зразків киселю була визначена методом побудови багатокутника.

Розробка рецептури харчоконцентрату киселю на основі набухаючого крохмалю (НК), збагаченого фруктовими порошками

Для вирішення завдання запропоновано використати як структуроутворювач крохмаль модифікований набухаючий, а як наповнювач — натуральний вискодисперсний фруктовий порошок. Крім того, до складу рецептури даного киселю швидкого приготування входить цукор, лимонна та аскорбінова кислоти.

Внесення набухаючого крохмалю в рецептуру киселю має важливе значення для швидкості та якості приготування готової страви. Особливістю даного виду крохмалю є підвищена здатність набухати та частково розчинятися у холодній воді, утворюючи однорідний клейстер. Такий ефект досягається при вологотермічному та вологотермомеханічному обробленні суспензії нативного крохмалю. Основна перевага використання модифікованого набухаючого крохмалю полягає в тому, що в процесі приготування киселю не потрібно проводити термічне оброблення або використовувати окріп, достатньо додати теплу або воду кімнатної температури. При цьому утворюється драгелеподібна структура ніжної текстури, що має кращі органолептичні показники (кремоподібна консистенція, відсутність присмаку та запаху крохмалю) порівняно із показниками клейстеру, отриманого нагріванням нативного крохмалю.

Додавання модифікованого НК до складу сухої суміші киселю у кількості 20...23% дає змогу отримати продукт з оптимальною консистенцією (помірна плинність, кремоподібна текстура).

Введення до складу киселю фруктових порошків підвищує харчову та енергетичну цінність продукту. Фруктові порошки містять значну кількість вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів і флавоноїдів, збагачують кисіль швидкого приготування пектиновими речовинами, поліфенольними речовинами та каротиноїдами. За рахунок додавання органічних кислот (винної, яблучної, лимонної) покращуються смакові якості продукту.

Рівень вмісту фруктових порошків знаходиться в межах 11...16%, що забезпечує оптимальні органолептичні показники продукту. Як основний наповнювач використовується порошок з яблучної сировини.

Аскорбінова кислота є природним антиоксидантом, що захищає від впливу кисню інші речовини харчових продуктів, які можуть окиснюватися (напр. фруктові і овочеві порошки), відповідно подовжуючи термін зберігання продукту. Також вона перешкоджає небажаним змінам кольору продукту, пов'язаним з ферментативними процесами. Вітамін С має важливе фізіологічне значення для організму людини оскільки бере участь в обмінних процесах, стимулює процеси синтезу преколагену і перетворення його в колаген. Завдяки цьому підтримується нормальна проникність капілярів, збереження цілісності опорних тканин (фіброзної, хрящової, кісткової). Також вітамін С стимулює захисні сили організму, покращує засвоєння заліза з їжі, впливає на білковий обмін, сприяє утворенню кортикостероїдів, покращує регенеративні процеси.

Введення до рецептурної суміші киселю аскорбінової кислоти в межах 0,15...0,25% задовольняє добову потребу організму людини у вітаміні С на 60...100% і забезпечує подовжений термін зберігання продукту завдяки антиоксидантним властивостям.

Лимонна кислота використовується як синтетичний антиоксидант, регулятор кислотності та стабілізатор забарвлення. Лимонна кислота широко застосовується у напоях і десертах з метою надання їм приємного кислого смаку й нотки свіжості.

При помірному вживанні лимонна кислота стимулює діяльність підшлункової залози, збуджує апетит, сприяє засвоєнню їжі. Вона є синергістом,

тобто речовиною, що підсилює дію антиоксидантів, таких як аскорбінова кислота.

Вміст лимонної кислоти у рецептурній суміші киселю у кількості 1,5...1,8% дає змогу регулювати кислотність залежно від виду фруктових і/або овочевих порошків, щоб забезпечити помірний кислий смак продукту.

Враховуючи результати попередніх досліджень і оптимізації компонентів рецептурної суміші, розроблено рецептуру киселю швидкого приготування на натуральній основі «Фрутик», яка наведена у табл. 1.

Таблиця 1. Рецептура киселю швидкого приготування «Фрутик»

Назва сировини	Вміст, %
Крохмаль модифікований набухаючий	20,0—23,0
Порошок фруктовий і/або овочевий	11,0—16,0
Кислота лимонна	1,5—1,8
Кислота аскорбінова	0,15—0,25
Цукрова пудра	решта

Виробництво запропонованого киселю швидкого приготування на натуральній основі розширить асортимент продуктів оздоровчо-профілактичного призначення.

Зручність і швидкість у приготуванні дає змогу застосовувати кисіль натуральний швидкого приготування у будь-яких умовах: експедиціях, відрядженнях, лікарнях, заощаджувати час, енергоресурси та витрати праці.

Розробка рецептури харчоконцентрату киселю на основі монокрохмалефосфату, збагаченого фруктовими порошками

Кисіль на основі нативного крохмалю має короткий термін зберігання після його приготування, оскільки з часом крохмальні драгли, внаслідок ретроградації, виявляють схильність до синерезису та відшарування рідкої фази, що погіршує його органолептичні показники. Наявність цукру і кислоти посилює синерезис при зберіганні, тому завдання полягало в тому, щоб створити кисіль швидкого приготування з підвищеним вмістом БАР і подовженим терміном зберігання в готовому вигляді.

Для цього у складі киселю швидкого приготування як структуроутворювач і наповнювач було використано модифікований фосфатний крохмаль, а як наповнювач — високодисперсний фруктовий і/або овочевий порошок, цукор і лимонну кислоту при співвідношенні компонентів, які наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Рецептура киселю швидкого приготування «Фруктовий рай»

Назва сировини	Вміст, %
Крохмаль фосфатний	15,0—20,0
Порошок фруктовий і/або овочевий	18,0—24,0
Кислота лимонна	1,4—1,6
Цукор білий кристалічний	решта

Внесення фосфатного крохмалю в рецептуру киселю має важливе значення для забезпечення однорідної консистенції напою та збереження її

протягом тривалого часу. Особливістю фосфатного крохмалю порівняно з нативним є те, що він утворює при нагріванні більш прозорий, густий і в'язкий клейстер, стійкий до ретроградації при тривалому вистоюванні. Перевага цього крохмалю в тому, що його клейстери стійкі до зміни температури та рН середовища, крім того, для приготування готової страви на його основі достатньо додати гарячу воду. При цьому утворюється однорідна, легкоплинна, прозора структура ніжної консистенції, без присмаку та запаху сирого крохмалю. Приготовлений кисіль на основі фосфатного крохмалю стійкий до розшарування та зміни консистенції протягом 48 годин.

Додавання модифікованого монокрохмальфосфату до складу сухої суміші киселю в межах 15...20% дає змогу отримати продукт з ніжною консистенцією (помірна текучість, кремоподібна текстура).

Введення до складу киселю фруктових високодисперсних порошків, завдяки їх швидкій відновлюваності при додаванні води, дає змогу отримати стійку пюреподібну структуру з відмінними органолептичними властивостями. Також при внесенні порошків збільшується харчова й енергетична цінність продукту. Фруктові та овочеві порошки збагачують кисіль швидкого приготування пектином, поліфенольними речовинами та каротиноїдами. За рахунок органічних кислот (винної, яблучної, лимонної) покращуються смакові якості продукту. При розробленні рецептури киселю було використано порошок яблука. Як природні барвники можливе використання порошків моркви або столового буряка, а як смакові й ароматичні добавки — порошки цитрусових. Рівень вмісту порошків у рецептурі киселю в межах 18...24% забезпечує оптимальні органолептичні показники продукту.

Використання запропонованого киселю швидкого приготування дає можливість не лише розширити асортимент продуктів харчування, а й використовувати його як продукт підвищеної біологічної цінності.

Дослідили реологічні характеристики киселів швидкого приготування, збагачених біологічно активними речовинами, і порівняли зі зразком киселю відомої торгової марки (ТМ) «Мрія», до складу якого входить цукор, крохмаль картопляний нативний, лимонна та аскорбінова кислоти, барвники, ароматизатори.

Як відомо з попередніх досліджень [3], на набухання крохмалю і, відповідно, утворення структури, тією чи іншою мірою впливають різні речовини залежно від їх концентрації. Тому з метою визначення структурно-механічних характеристик структур киселів проведено дослідження зразків на віскозиметрі типу «Реотест-2». Для дослідження було обрано три зразки киселю, два з яких розроблено нами: № 2 «Фрутик», № 3 «Фруктовий рай», а зразок № 1 кисіль ТМ «Мрія» використано як контрольний. Приготування і дослідження всіх зразків відбувалося в однакових умовах: кожен зразок був залитий гарячою водою (окропом) при перемішуванні для розчинення всіх компонентів, охолоджений до кімнатної температури (20° С). Співвідношення сухого киселю і води обрано згідно з рекомендаціями для приготування. Для вимірювання на віскозиметрі з кожного приготовленого дослідного зразка було відібрано порцію об'ємом 100 см³.

На основі результатів обробки даних, знятих з віскозиметра «Реотест-2», було побудовано повні реологічні криві в'язкості та плинності. Для деталь-

ного аналізу реологічних властивостей досліджуваних зразків було розраховано комплекс реологічних параметрів. Для вивчення впливу внесених інгредієнтів на властивості киселю при розчиненні у воді було обрано реологічні параметри P_m , P_r і $(\eta_0 - \eta_m)$ [4].

Показник $(\eta_0 - \eta_m)$ (Па·с) характеризує міцність коагуляційних структур, що утворюються в системі; P_m (Па) — відповідає напрузі практично зруйнованої структури, а P_r (Па) — напрузі практично не зруйнованої структури, два останніх показники характеризують міцність утвореного структурного каркасу.

На діаграмі (рис. 1) представлено значення аномалії в'язкості $(\eta_0 - \eta_m)$ досліджуваних зразків киселю.

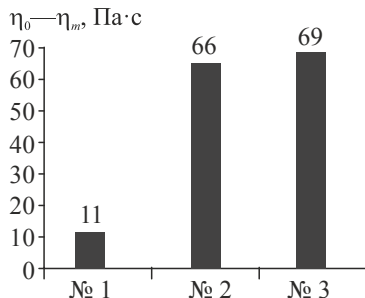


Рис. 1. Величина аномалії в'язкості досліджуваних зразків киселю $(\eta_0 - \eta_m)$, Па·с:
 № 1 ТМ «Мрія» (контроль), № 2 «Фрутик», № 3 «Фруктовий рай»

З діаграми видно, що найміцнішу структуру, а отже, і найбільшу в'язкість, мають зразки № 2 і № 3. Обидва ці зразки містять цукор, фруктовий порошок і лимонну кислоту в приблизно однаковому співвідношенні. Відмінність полягає лише у використаному структуроутворювачі: зразок № 2 містить набухаючий картопляний крохмаль, а № 3 — кукурудзяний монокрохмаль-фосфат. Порівняно з контролем показник аномалії в'язкості для зразків № 2 і № 3 більший у 6 разів.

На рис. 2 наведено значення напруги практично зруйнованої і незруйнованої структури досліджуваних зразків киселю.

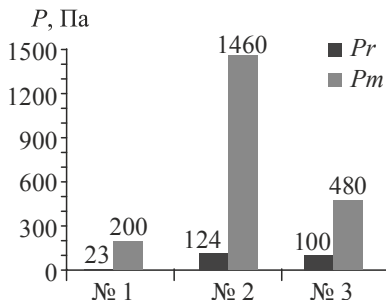


Рис. 2. Напруга практично зруйнованої структури P_m , і напруга практично не зруйнованої структури P_r досліджуваних зразків киселю, Па: № 1 ТМ «Мрія» (контроль), № 2 «Фрутик», № 3 «Фруктовий рай»

Найкращі результати відповідають більшим значенням показників напруги, за яких структура залишається практично не зруйнованою, притаманні

зразкам № 2 і № 3 (рис. 2), які в 5 і 4 рази відповідно перевищують значення контрольного. А значення напруги для практично зруйнованої структури (P_m) дають іншу картину. Найбільше значення цього показника у зразка № 2, яке в 7 разів перевищує значення контрольного і майже втричі — значення зразка № 3. Це пояснюється тим, що за однакових умов кукурудзяний монокротмальфосфат не утворює міцного структурного каркасу.

При дослідженні реологічних параметрів розроблених зразків киселю швидкого приготування, виявилось, що всі зразки мають кращі реологічні показники порівняно з контролним. Це пов'язано з використанням у складі рецептур киселів модифікованих видів крохмалю, а також підбором і співвідношенням інших компонентів. Аналізуючи результати реологічних досліджень, а також органолептичної оцінки, за консистенцією контрольний зразок (№ 1) можна віднести до рідкого (питний), а зразки № 2 і 3 — до середньо густих.

Органолептична оцінка якості киселів.

Органолептична оцінка якості розроблених зразків киселю проводилася за методом побудови багатокутника якості. Відповідно до даного методу за кольором, смаком, запахом, консистенцією та зовнішнім виглядом визначали ступінь проявлення кожної з цих властивостей за десятибальною шкалою. Це дало можливість визначити вплив компонентів на якість виробу і порівняти розроблені рецептури з уже існуючими зразками киселю.

Відповідний бал кожного показника є середнім арифметичним, наданим усіма членами дегустаційної групи. Для визначення загальної оцінки кожного зразка за отриманими балами було побудовано багатокутники. Загальна оцінка якості зразку відповідає площі багатокутника.

На рис. 3 представлено профілограми органолептичної оцінки якості досліджуваних зразків киселів. Зразок 3а (ТМ «Мрія», полуничний смак) придбаний у торговельній мережі як контроль. Зразок 3б — кисіль швидкого приготування на основі цукру та фруктових порошоків, як структуроутворювач використаний НК. Зразок 3в містить у своєму складі цукор, фруктовий порошок і монокротмальфосфат.



Рис. 3. Профілограми органолептичної оцінки якості зразків киселю:
а — ТМ «Мрія» (контроль); б — «Фрутик»; в — «Фруктовий рай»

Найвищу оцінку отримав зразок 3б — 264 бали, оскільки має високі оцінки за всіма показниками. Зразок киселю 3в набрав 231 бал, через нижчі оцінки кольору і зовнішнього вигляду, що пов'язано з використанням кукурудзяного

монооксидфосфату, який не дає гарної прозорості. Контрольний зразок За — ТМ «Мрія» — набрав лише 187 балів через рідку консистенцію, неприродно яскравий колір та надмірно виражений аромат і солодкість.

Органолептична оцінка якості вказує на те, що досліджувані зразки киселю на натуральній основі мають чудові органолептичні характеристики і можуть конкурувати з наявними у торговельній мережі видами киселів.

Висновок

На підставі проведених досліджень розроблено рецептури киселів швидкого приготування «Фрутик» і «Фруктовий рай», збагачених біологічно активними речовинами. На основі реологічних досліджень і комплексної органолептичної оцінки якості встановлено, що розроблені зразки киселю швидкого приготування мають кращі структурно-механічні і органолептичні характеристики порівняно з наявними у торговельній мережі видами киселів. Зручність і швидкість приготування дає змогу застосовувати харчоконцентрати киселю, збагачені біологічно активними речовинами, у будь-яких умовах: експедиціях, відрядженнях, закладах харчування, заощаджувати час, енергоресурси та витрати праці.

Література

1. *Оттавей Б.П.* Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки / Б.П. Оттавей ; пер. з англ. — Москва : «Профессия», 2009. — 312 с.
2. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания : монография / под редакцией: Тутельян В.А., Нечаев А.П. — Москва : ДеЛи плюс, 2013. — 520 с.
3. *Лисий О.В.* Вплив харчових інгредієнтів на реологічні властивості набухаючого крохмалю / О.В. Лисий, О.В. Грабовська // Цукор України. — 2015. — № 3(111). — С. 33—38.
4. Дослідження структурно-механічних властивостей модельних систем на основі пектину / О.В. Грабовська, О.В. Запотоцька, О.В. Лисий, В.Я. Пічкур // Продовольча індустрія АПК. — 2012. — № 2. — С. 16—18.
5. *Рудавська Г.Б.* Харчові концентрати: підруч. / Г.Б. Рудавська, Є.В. Тищенко. — Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2001. — 320 с.
6. *Сарафанова Л.А.* Пищевые добавки: энциклопедия / Л.А. Сарафанова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. — 808 с.

INVESTIGATION OF SAUSAGES WITH QUERCETIN AND NATIVE QUERCETIN-CONTAINING RAW MATERIALS OF EXTENDED SHELF LIFE

N. Hrehirchak, L. Peshuk, K. Zusk, T. Ivanova, I. Radzievska

National University of Food Technologies

Key words:

*Quercetin
Technology
Sausages
Microbiological safety
Onion husks*

Article history:

Received 11.05.2017
Received in revised form
02.06.2017
Accepted 22.06.2017

Corresponding author:

N. Hrehirchak

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article analyzes the preselected quercetin-containing plant raw materials, which are safe and affordable for the technology of production of meat products, including sausages. The optimum concentration and method of preparation of the product under study was established. Peroxide and acid numbers were determined, microbiological studies of meat products with various additives during storage were conducted. The compliance of the test samples with the established standards has been proved. The dynamics of changes in the level of total insemination of the submitted samples of meat products during storage, as well as the effect of various additives on their microbiological safety, are revealed.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-29

ДОСЛІДЖЕННЯ СОСІСОК З ВКЛЮЧЕННЯМ КВЕРЦЕТИНУ І НАТИВНОЇ КВЕРЦЕТИНВІСНОЇ СИРОВИНИ ПОДОВЖЕНОГО ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ

Н.М. Грегірчак, Л.В. Пешук, К.В. Зусько, Т.М. Іванова, І.Г. Радзівська

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано попередньо відібрано кверцетинвмісну рослинну сировину, яка є безпечною і доступною для технології м'ясних продуктів, в тому числі і сосисок. Встановлено оптимальну концентрацію і спосіб приготування досліджуваного продукту. Визначено пероксидне і кислотне числа, проведено мікробіологічні дослідження м'ясних виробів з різними добавками в процесі зберігання. Відмічено відповідність досліджуваних зразків встановленим нормативам. Виявлено динаміку зміни рівня загального обнасінення представлених зразків м'ясних виробів при зберіганні, вплив різних добавок на їх мікробіологічну безпеку.

Ключові слова: кверцетин, технологія, сосиски, мікробіологічна безпека, лушпиння цибулі.

Постановка проблеми. На українському ринку продовольчих товарів м'ясо і м'ясні продукти мають особливий статус, тому що складають основу раціону населення. Значним попитом користуються і сосиски варені. Проте окиснювальні процеси жирів у будь-яких м'ясних продуктах негативно впливають на їх органолептичні показники, сприяють зниженню харчової та біологічної цінності, що пов'язано з утворенням і накопиченням продуктів окислення, які характеризуються високою реакційною здатністю і хімічною активністю та є токсичними й антиаліментарними речовинами. Причинами окислення є підвищена температура, вільний доступ кисню і наявність іонів металів змінної валентності. Тому для запобігання окислювальному псуванню необхідним є виключення впливу даних факторів на продукт. Для багатьох харчових продуктів, в тому числі і м'ясних, істотно уповільнити окислення можна за допомогою антиокислювачів [1].

Антиоксиданти (антиокислювачі) відносяться до розряду інгібіторів (речовини, що сповільнюють перебіг певної хімічної реакції), можуть бути як природними, так і синтетичними [2]. Зазвичай у м'ясній промисловості використовуються такі синтетичні антиоксиданти: бутилгідроокситолуол (ВНТ, іонол Е321), бутилгідрооксианізол (БОА, Е320) ізоаскорбінова кислота (Е315), ізоаскорбат натрію (Е316), нормована доза використання яких становить 0,02% [3].

Проте використання синтетичних антиоксидантів у харчовій промисловості обмежено через токсичність, високу вартість, необхідність суворого контролю. Тому нині велика увага приділяється пошуку натуральних добавок, що містять природні антиоксиданти, безпосередньо флаваноїди (рутин, гесперидин, гіперозид, кверцетин, кемпферол і апігенін). Найбільш поширеним антиоксидантом біофлаваноїдом є кверцетин (Quercetin), який класифікується як флавонол — один із 6 класів флавоноїдів. За фізичними властивостями флавоном являє собою жовті кристали, розчинні в етанолі і нерозчинні у воді, молярна маса яких складає 302,236 г/моль [4]. Антиоксидантна активність кверцетину обумовлена його здатністю пригнічувати процеси перекисного окислення ліпідів, знижувати вміст не тільки вільних радикалів, а й токсичних продуктів перекисного окислення. Отже, дана речовина має стимулюючий вплив на антиоксидантну систему організму. Великий вміст кверцетину виявлено в лушпинні цибулі (40000 мг/кг) [5]. Крім того, кверцетин є складовою хімічного складу квіток мати-й-мачухи [6].

Порівнюючи різні джерела кверцетинвмісної сировини, відмічено, що лушпиння і верхні лусочки цибулі є найбагатшими джерелами кверцетину. Загальний вміст кверцетину і антиоксидантний потенціал в червоній, жовтій і білій сортах цибулі були досліджені і описані в працях Xiao Nan Yang, Enning Xu, Mi Jin Park, In Jong Ha, Jin Seong Moon, Young-Hwa Kang. Особливий інтерес представляє цибуля жовта ріпчаста (лат. *Allium cepa*), оскільки це найбільш поширена культура цибулевих на території України. У світі об'єми виробництва цибулі ріпчастої за рік складають близько 55 млн тонн. В Україні за минулий рік було отримано 11413,0 тис. ц [7]; частка відходів — 10—30% залежно від виду цибулі і умов вирощування [8].

Глікозиди кверцетину не деградують при приготуванні водних витяжок лушпиння і лусочок цибулі. Експериментальними дослідженнями Lines T.C.,

Опо М.Р. на щурах доведено, що екстракт лушпиння цибулі (ЕЛЦ) досить ефективно посилює антиоксидантний захист, покращує ендотеліальну функцію як в експериментальних щурів, так і в людей, що сприяє зниженню артеріального тиску. Таким чином, цибулиння може бути перероблено в екстракт чи порошок і використовуватись для профілактики захворювань, в патогенезі яких лежить окисний стрес. Крім того, в лушпинні цибулі міститься велика кількість активних речовин [9—10]. Тому використання лушпиння цибулі в рецептурі м'ясних виробів є актуальним і потребує подальших досліджень.

Мета досліджень: проаналізувати перспективи використання нативної кверцетинвмісної сировини (лушпиння цибулі та мати-й-мачухи) у технології сосисок для подовження терміну їх зберігання.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження були сосиски з м'яса птиці, яловичини, м'яса птиці механічного обвалювання, з додаванням кверцетину хімічно чистого (виробник нім. компанія Merck), упарених водних екстрактів лушпиння цибулі (ЕЛЦ) та лікарської трави мати-й-мачухи (ЕЛТМ).

Як контрольний зразок використовували сосиски першого сорту за рецептурою й технологічним процесом виробництва згідно ТУ У 10.1-38348641-001:2013 «Вироби ковбасні варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні та м'ясомісткі» без додавання кверцетину та водних екстрактів кверцетинвмісної нативної сировини. Термін зберігання згідно з ДСТУ 4529:2006 «Ковбаси варені з м'яса птиці та м'яса кролів. Загальні технічні умови» для таких сосисок становить не більше 8 діб у вологонепроникній поліамідній оболонці.

Попередньо досліджено приготовлений ЕЛЦ та ЕЛТМ на концентрацію кверцетину [11]. ЕЛЦ та ЕЛТМ для сосисок готували таким чином: воду доводили до кипіння, засипали в киплячу воду відважену кількість лушпиння з цибулі чи лікарської трави мати-й-мачухи у кількості 4%, кип'ятили 10 хв, охолоджували, проціджували, упарювали в 10 разів і додавали з розрахунку 0,225 мг кверцетину в 1 мл, щоб отримати 0,02-відсоткову концентрацію кверцетину в готових виробках.

При виконанні роботи використовували стандартні фізико-хімічні методи досліджень, а також визначали кислотне й пероксидне числа [12; 13].

Мікробіологічні дослідження розроблених сосисок здійснювали згідно з методиками, затвердженими Міністерством охорони здоров'я і державними стандартами (ДСТУ ISO 18593:2006; 6887-2:2005; 4833:2006; 4832:2006; 7937-2006; 7954:2006, ГОСТ 7702.2.4-93). Контролювали кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), спороутворювальних бактерій (СУБ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), мезофільних сульфитредукуючих клостридій та *Staphylococcus aureus*, кількість дріжджів і пліснявих грибів.

Дослідження динаміки зміни показників мікробіологічної безпеки і стабільності, а також окиснювальних процесів виготовлених сосисок у процесі зберігання проводили одразу після приготування, на 3, 7, 10, 12 та 15 добу. Досліджувані зразки зберігали при температурі 0...6° С.

Результати і обговорення. На процеси окислення у виготовлених м'ясних продуктах впливає вміст води та вміст жиру. Тому було досліджено фізико-хімічні показники розроблених сосисок (вміст води, жиру, золи, білку), які характеризують технологічні властивості виробів до та після термічної обробки і доводять позитивний вплив запропонованих технологічних заходів на формування споживчих властивостей готових виробів (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники сосисок до та після термічної обробки, %

Назва зразка	Вміст води		Вміст жиру		Вміст білка		Вміст мінеральних речовин	
	до терм. обр.	після терм. обр.	до терм. обр.	після терм. обр.	до терм. обр.	після терм. обр.	до терм. обр.	після терм. обр.
ДСТУ 4529:2006 «Ковбаси варені з м'яса птиці та м'яса кролів. Загальні технічні умови»	не більше ніж 75,0		не більше ніж 30,0		не менше ніж 10,0—12,0		не нормується	
Контроль	72,5	72,3	10,59	10,62	15,33	15,35	1,58	1,73
Сосиски з кверцетином німецької компанії Merck	72,0	72,1	10,60	10,59	15,43	15,41	1,96	1,90
Сосиски з екстрактом лушпиння цибулі	72,1	72,0	10,54	10,54	15,40	15,39	1,96	2,07
Сосиски з екстрактом мати-й-мачухи	72,2	72,1	10,50	10,53	15,37	15,33	1,93	2,04

Дані, отримані в результаті дослідження фізико-хімічних показників експериментальних зразків готових сосисок, відповідають вимогам ДСТУ 4529:2006 «Ковбаси варені з м'яса птиці та м'яса кролів. Загальні технічні умови». Так, вміст води — не більше ніж 75,0%, вмісту жиру — не більше ніж 30,0% та вміст білка — не менше ніж 10,0—12,0%. Як видно з табл. 1, додані кверцетин і кверцетинвмісна нативна сировина суттєво не впливають на вміст води, жиру та білка.

Відомо, що в процесі зберігання сосиски псуються. Глибину псування можна контролювати за величиною кислотного (КЧ) та пероксидного числа (ПЧ) [14]. Тому актуальним є дослідження динаміки накопичення вільних жирних кислот і пероксидів при зберіганні виробів. При встановленні граничних значень ПЧ і КЧ для сосисок нової рецептури враховували вміст жиру в них: перекисне число — не більше 10 ммоль 1/2O/кг, кислотне число — не більше 1,1 мг КОН.

Вміст жиру в контрольному зразку становив 14,65% а в рецептурах з додаванням кверцетину або екстракту з лушпиння цибулі, або екстракту з мати-й-мачухи вміст жиру становив 10,60%, 10,54%, 10,50% відповідно (рис.1—2).

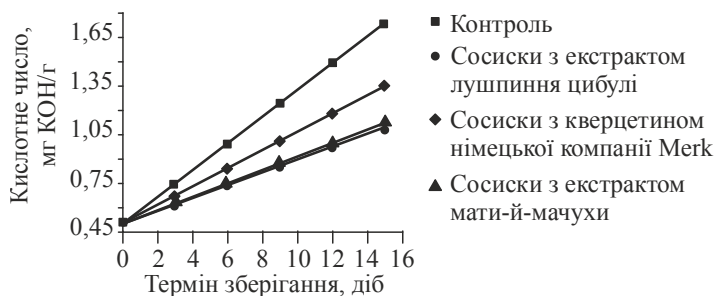


Рис. 1. Динаміка зміни кислотного числа в сосисках у процесі зберігання

Аналіз зміни кислотного числа показує (рис. 1), що додавання до фаршу кверцетину, екстрактів лушпиння цибулі, мати-й-мачухи пригнічує процес гідролізу ліпідів під час зберігання. Так, у контрольному зразку КЧ перевищувало норму вже на 8-у добу. Розроблені рецептури з додаванням екстрактів мали меншу інтенсивність до гідролізу, оскільки не спостерігалось перевищення нормованих значень КЧ до 15 діб, що дало змогу продовжити термін зберігання розроблених виробів.

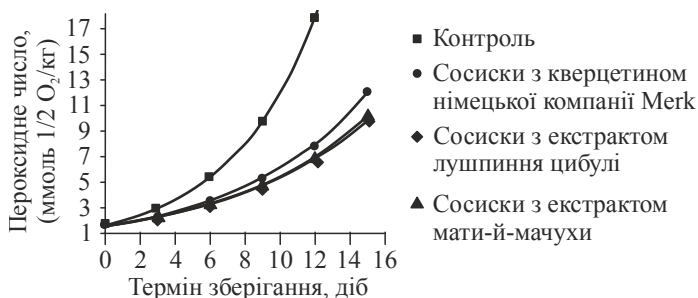


Рис. 2. Динаміка зміни пероксидного числа в сосисках у процесі зберігання

Отримані результати (рис. 2) показали, що серед дослідних зразків виробів пероксидне число зростало більш інтенсивно в контрольному зразку, а внесення кверцетину, екстрактів лушпиння цибулі, мати-й-мачухи сповільнювали окисні процеси. Розроблені рецептури з додаванням екстрактів на 15-й день зберігання мають допустимі значення ПЧ порівняно з контролем, який на 9-у добу характеризувався граничним значенням цього показника.

Відомо також, що добавки (кверцетин, екстракти цибулинного лушпиння, мати-й-мачухи тощо) багаті вітамінами А, В, С, Е, мікро-і макроелементами. До складу деяких з них входять також фітонциди, які мають антимікробні властивості, особливо щодо кишкових патогенних мікроорганізмів, золотистого стафілокока і α -гемолітичних стрептококів. Додавання цих добавок у рецептуру м'ясних виробів, в тому числі сосисок, сприяє їх тривалішому зберіганню [15;16].

Оскільки кверцетин і нативна кверцетинвмісна сировина мають оптимальний склад активних речовин, то, відповідно, вони служать хорошим середовищем для розвитку мікроорганізмів і можуть сприяти подальшому псуванню

м'ясних виробів [17]. Тому дослідження впливу даних добавок на мікробіологічну безпеку сосисок нової рецептури є дуже важливим для безпечного споживання продукту.

Так, мікробіологічний аналіз сосисок показав, що протягом 8 днів зберігання при $t = 0 \dots 6^\circ \text{C}$, незалежно від добавок та сировини, що використовували при їх приготуванні, вони відповідають встановленим санітарно-мікробіологічним нормативам та є безпечними для споживання. У сосисках з кверцетин-вмісною сировиною перевищення нормативної КМАФАнМ ($1 \cdot 10^3$ КУО/г) й кількості пліснявих грибів не спостерігалось порівнянно з контролем, де вже на 7-й день зберігання визначено перевищення нормативу (рис. 3). Бактерій групи кишкової палички, сульфитредукувальних клостридій і золотистого стафілокока в досліджених продуктах не виявлено, що свідчить про дотримання санітарно-гігієнічних норм при їх приготуванні.

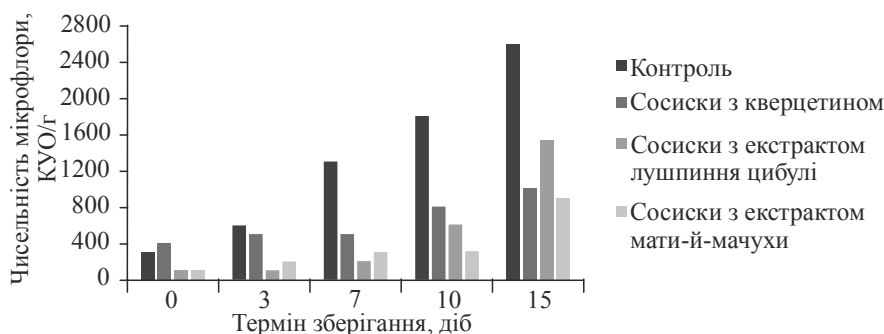


Рис. 3. Зміна показника КМАФАнМ в процесі зберігання сосисок

Відомо, що спороутворювальні бактерії здатні розмножуватись у м'ясних виробках і спричиняти харчові отруєння [17], тому нами було досліджено зміну спороутворювальних бактерій у процесі зберігання сосисок нової рецептури.

Вміст спороутворювальних бактерій у всіх зразках нестабільний, на десятю добу найбільша їх кількість в контролі та зразку з вмістом екстракту мати-й-мачухи. При подальшому зберіганні в зразках з екстрактами мати-й-мачухи та лущиння цибулі зменшувалась кількість спороутворювальних бактерій, а в зразках з кверцетином та контролі, навпаки, дещо зростала (рис. 4).

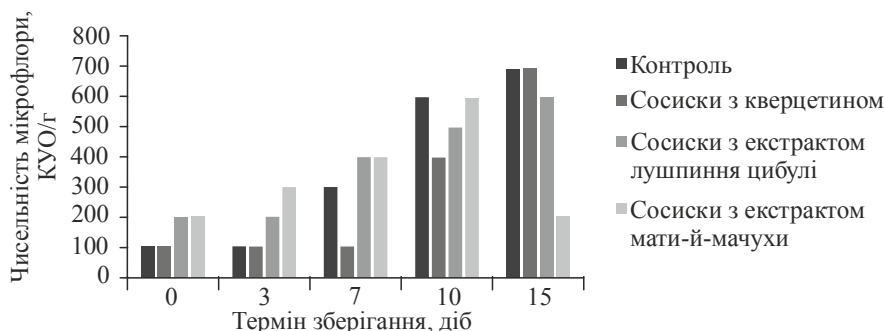


Рис. 4. Зміна кількості спороутворювальних бактерій у процесі зберігання сосисок

Аналіз морфотипів колоній, виділених із сосисок, показав, що всі зразки мають декілька спільних видів колоній мікроорганізмів. Під час зберігання їх співвідношення змінюються, що можна пояснити здатністю певних мікроорганізмів краще засвоювати поживні речовини досліджуваного продукту. Так, спільними для всіх зразків сосисок були колонії бактерій білого кольору з нерівними краями і випуклим профілем та білі круглі колонії.

Також було визначено, що сосиски з добавками екстрактів мати-й-мачухи й кверцетину є безпечними для споживачів навіть на 15-й день зберігання, тому що не спостерігалось перевищення показника КМАФАнМ відповідно до норми (рис. 3). Це можна пояснити антимікробними властивостями добавок, які використовувалися при приготуванні м'ясних виробів (табл. 2).

Таблиця 2. Антагоністична активність екстрактів мати-й-мачухи і цибулинного лушпиння

Тест-культури	Зона затримки, мм	
	екстракт мати-й-мачухи	екстракт лушпиння цибулі
<i>B. subtilis</i> БТ-2	3	6
<i>E. coli</i> ІЕМ-1	0,00	0,00
<i>Pseudomonas sp.</i> МІ-2	6	10
<i>C. albicans</i> Д-6	0,00	0,00

Примітка: * стат. рівень значимості $p \leq 0,05$

Дані табл. 2 засвідчують, що екстракти мати-й мачухи й лушпиння цибулі мають дещо бактеріостатичну дію, оскільки спостерігається затримка росту деяких мікроорганізмів (*B. subtilis* БТ-2, *Pseudomonas sp.* МІ-2).

Проведені фізико-хімічні, мікробіологічні дослідження довели ефективність використання в рецептурі сосисок кверцетину та нативної кверцетинвмісної сировини. У результаті отримано продукт з подовженим терміном зберігання, тому в подальшому треба провести дослідження впливу такого продукту *in vivo*.

Висновок

Отже, використання в рецептурі сосисок кверцетину та нативної кверцетинвмісної сировини дає змогу отримати збалансований продукт, що має високі технологічні й споживчі властивості та є безпечним навіть після закінчення нормованого терміну зберігання.

Література

1. Домнина Н.С. Антиоксиданты и методы изучения их активности / Н.С. Домнина, Е.А. Комарова, Д.В. Арефьев, О.А. Ролле, М.М. Цыбра // Ветеринария в птицеводстве. — 2004. — № 4. — С. 8—20.
2. Савельева Ю.С. Антиоксиданты в мясной промышленности / Ю.С. Савельева, Е.А. Ветошкина, А.С. Комарова // Материалы V Всероссийской научно-практической Интернет-конференции «Мясная и молочная промышленность России: состояние, проблемы, перспективы» [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://tkmmp.ru/nmr>.
3. Кушнир Ю. Пищевые добавки для производства мясной продукции. Антиокислители // Мясной бизнес. — 2004, — № 1(19). — С. 26—31.

4. Kelly G.S. Quercetin Alternative Medicine review. — 2011. — Vol. 16, No 2. — P. 172—194.
5. Ковалевська І.В. Визначення фізико-хімічних характеристик кверцетину // Фармакогнозія та хімія природних сполук. — Випуск № 1(14) — 2014. — С. 245.
6. Бельтюкова С.В. Люминесцентное определение флавонолов как индикаторных компонентов растительного лекарственного сырья научно-практическая конференция биологически активные вещества: фундаментальные и прикладные вопросы получения и применения / С.В. Бельтюкова, А.А. Бычкова. — Новый Свет, Крым, Украина. — 2009. — С. 17.
7. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Завадська О.В. Підбір для сушіння сортів цибулі ріпчастої, вирощеної в умовах лісостепу України / О.В. Завадська, О.В. Дяденко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Агрономія. — 2012. — Вип. 176. — С. 247—252.
9. Lines T.C., Ono M.P. An extract of red onion peel, strong inhibit sphosphodiesterase 5A (PDE 5A) // Phytomedicine. — 2006. — №13(4) — P. 236—239.
10. Kim Y.J., Seo S. G., Choi K., Kim J.E., Kang H., Chung M.Y., Lee K.W., Lee H.J. Recovery effect of onion peel extract against H₂ O₂ -induced inhibition of gap-junctional intercellular communication is mediated through quercetin // Journal of Food Science. — 2014. — №79(5). — P. 1011—1017.
11. Пешук Л.В. Перспективи використання вторинної кверцетинвмісної сировини (лушпиння цибулі і часнику) і лікарських трав у технології спеціальних м'ясних продуктів / Л.В. Пешук, Ю.В. Гавалко, Т.М. Іванова // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — Київ. — 2016. — Т. 22, № 5. — С. 238—244.
12. ДСТУ ISO 3960-2001 «Жири і олії тваринні і рослинні. Визначання пероксидного числа (ISO 3960:1998, IDT). — Офіц. вид. — Чинний від 01.01.2003. — Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. — IV, 6 с.
13. ДСТУ 4350: 2004. Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660: 1996, NEQ) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/1434399/>.
14. Никитченко Д.В. Оценка качественных показателей мяса птицы механической обвалки [Текст / Д.В. Никитченко, М.А. Яцота, В.Е. Никитченко, В.Н. Перевозчикова // Мясная индустрия. — 2012. — № 4. — С. 62—63.
15. Кверцетин — мощное оружие против комплекса болезней цивилизации // Medical Nature. — 2013. — № 1. — С. 6—9.
16. Стадницька Н.Є. Рослини з протимікробними властивостями / Н.Є. Стадницька, О.З. Комаровська-Порохнянець, Х.Я. Кішак // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — 2011. — № 700. — С. 111—116.
17. Баль-Прилишко Л.В. Влияние различных факторов на срок и качество хранения мясных продуктов // Мясное дело. — 2006. — № 8. — С. 53—55.

DYNAMICS OF CHEMICAL COMPONENTS OF APPLES, TREATED WITH 1-METHYLCYCLOPROPENE AFTER HARVESTING

L. Khudik, O. Melnyk

Uman National University of Horticulture

Key words:

*1-methylcyclopropene
Storage
Soluble solids
Titrated acidity
Ascorbic acid
Pre-cooling*

Article history:

Received 03.05.2017
Received in revised form
19.05.2017
Accepted 14.06.2017

Corresponding author:

L. Khudik

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The influence of post-harvest treatment of apples of early-seeded varieties of “Calvill Snow” and “Spartan” with ethylene inhibitor 1-methylcyclopropene (1-MCP, SmartFresh, 0.068 g·m⁻³) on the change of main chemical components of apples during storage for six months in the fruit refrigerator was investigated. The high efficiency of treating apples with 1-MCS in order to slow down the loss of organic acids, including ascorbic acid, maintaining the level of dry soluble substances, as well as the dependence of changes in the content of components of the chemical composition on the duration of storage, were established.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-30

ДИНАМІКА КОМПОНЕНТІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЯБЛУК, ОБРОБЛЕНИХ ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ 1-МЕТИЛЦИКЛОПРОПЕНОМ

Л.М. Худік, О.В. Мельник

Уманський національний університет садівництва

У статті досліджено вплив післязбиральної обробки яблук ранньозимових сортів Кальвіль сніговий і Спартан інгібітором етилену 1-метилциклопропеном (1-МЦП, препарат «SmartFresh», 0,068 г/м³) на зміну основних компонентів хімічного складу плодів під час зберігання впродовж шести місяців у фруктосховищі-холодильнику. Встановлено високу ефективність обробки яблук 1-МЦП щодо уповільнення втрат органічних кислот, у т. ч. аскорбінової, збереження рівня сухих розчинних речовин, а також залежність зміни вмісту компонентів хімічного складу від тривалості зберігання.

Ключові слова: 1-метилциклопропен, зберігання, сухі розчинні речовини, титрована кислотність, аскорбінова кислота, попереднє охолодження.

Постановка проблеми. Вміст сухих розчинних речовин, органічних кислот, цукрів, вітамінів та їх співвідношення — основні біохімічні показники харчової цінності, що визначають смак плодів [1]. На початку зберігання вміст сухих розчинних речовин в яблуках зимових сортів зростає, далі — знижується, а рівень органічних кислот здебільшого знижується за рахунок активного використання у дихальному газообміні [2].

Аскорбінова кислота (вітамін С) — природний антиоксидант [3], порівняно невисокий вміст якої в яблуках [4] знижується під час холодильного зберігання [5].

Збереження якості продукції й уповільнення досягання досягається післязбиральною обробкою яблук інгібітором етилену 1-метилциклопропеном (1-МЦП) [6], що забезпечує зниження втрат сухих розчинних речовин, органічних кислот [7], зокрема аскорбінової кислоти [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Післязбиральна обробка 1-МЦП уповільнює втрати органічних кислот в яблуках сорту Гала під час тривалого зберігання, проте суттєвого ефекту на збереження сухих розчинних речовин не виявлено [9]. В іншому дослідженні в плодах цього сорту зафіксовано суттєве уповільнення втрат сухих розчинних речовин та органічних кислот під дією 1-МЦП [10]. Позитивний вплив обробки 1-МЦП на зміну вмісту сухих розчинних речовин відсутній [11] або в оброблених 1-МЦП яблуках ранньозимового сорту Мекінтош він знижувався [12].

В іншому випадку вміст титрованих та аскорбінової кислот в яблуках сортів Гала та Голден і Ред Делішес впродовж 150-добового холодильного зберігання постійно знижувався, а рівень сухих розчинних речовин — зростав [13]. Суттєвого впливу обробки 1-МЦП на зміну вмісту аскорбінової кислоти під час холодильного зберігання не виявлено [14].

Мета дослідження: оцінити вплив післязбиральної обробки яблук 1-метилциклопропеном на зміну вмісту в плодах сухих розчинних речовин, титрованих та аскорбінової кислот під час тривалого зберігання, а також залежність показників від тривалості зберігання.

Викладення основних результатів дослідження. Досліджували яблука сортів Кальвіль сніговий і Спартан ранньозимового строку досягання. Плоди з попереднім охолодженням за температури 5° С і без цього обробляли після збирання 1-метилциклопропеном (без обробки — контроль) та зберігали у фруктосховищі-холодильнику ФХ-770 Уманського НУС за температури 3±1° С і відносної вологості повітря 85—90%. Температуру контролювали спиртовими термометрами, відносну вологість повітря — гігрометром.

У день збору половину продукції охолоджували за температури 5° С і відносної вологості повітря 85—90% та обробляли 1-метилциклопропеном за рекомендацією виробника препарату SmartFresh (без обробки — контроль). Ящики з плодами ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк, куди вміщували склянку з дистильованою водою і розрахованою на одиницю об'єму дозою порошкоподібного препарату «SmartFresh» (0,068 г/м³). Циркуляцію повітря в контейнері здійснювали вентилятором. Іншу половину продукції обробляли одразу після збирання.

Відбір проб і підготовку плодів до зберігання здійснювали за ГСТУ 01.1-37-160:2004. Фізико-хімічні показники яблук оцінювали після збирання та щомісячно впродовж шести місяців зберігання. Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометром РПЛ-3М за ДСТУ ISO 2173:2007, вміст титрованих кислот — у перерахунку на яблучну — за ГОСТ 25555.0-82, аскорбінової кислоти — титриметричним методом за ГОСТ 24556-89 з триразовим повторенням.

Статистичну обробку даних проводили з використанням програмних пакетів Excel-2010 і Statistika-10-En.

Сухі розчинні речовини. Встановлено, що вміст сухих розчинних речовин у плодах обох помологічних сортів зростав упродовж перших трьох місяців з подальшим зниженням під кінець зберігання (рис. 1). Рівень накопичення в яблуках сухих розчинних речовин під час зберігання суттєво залежав від його тривалості та післязбиральної обробки 1-МЦП, менше — від попереднього охолодження.

У середньому за роки досліджень, одразу після збирання яблука сорту Спартан, вирізнялися вищим на 0,7% від сорту Кальвіль сніговий вмістом сухих розчинних речовин (рис. 1).

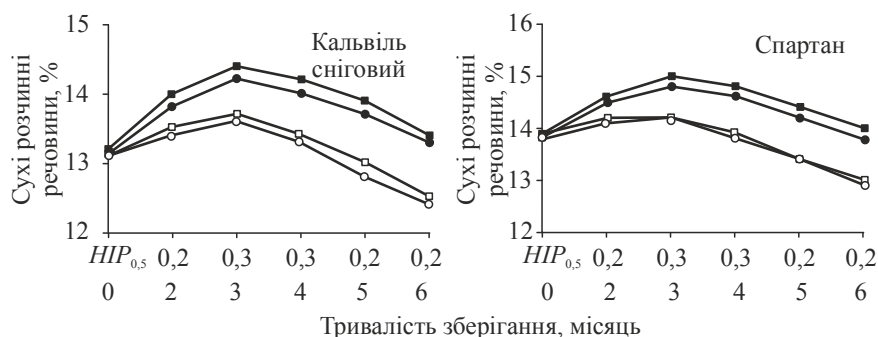


Рис. 1. Зміна вмісту сухих розчинних речовин під час зберігання яблук сортів Кальвіль сніговий (зліва) і Спартан (справа) (середні для врожаю 2012—2013 рр.):
без попереднього охолодження: ○ — без обробки 1-МЦП, ● — оброблено 1-МЦП;
з попереднім охолодженням: □ — без обробки 1-МЦП, ■ — оброблено 1-МЦП

Тенденція переважання показника збереглася у процесі зберігання яблук цього помологічного сорту з обробкою 1-МЦП і без неї. Порівняно з необробленими плодами післязбиральна обробка 1-МЦП суттєво уповільнила втрати сухих розчинних речовин під час тривалого зберігання.

Після двомісячного зберігання найвищий — 14,1—14,2% — вміст сухих розчинних речовин зафіксовано в необроблених яблуках сорту Спартан.

Після чотирьох-п'яти місяців зберігання зафіксовано більш інтенсивне зниження рівня сухих розчинних речовин у плодах, оброблених 1-МЦП та без обробки. Проте післязбиральна обробка забезпечила вищий на 0,9—1,2% показник яблук сорту Кальвіль сніговий і на 0,9—1,1% — сорту Спартан. Залежність описується оберненими рівняннями регресії квадратичного типу з високими коефіцієнтами детермінації (див. табл.).

У середньому за роки досліджень загальні втрати сухих розчинних речовин необробленими плодами сорту Кальвіль сніговий і Спартан на кінець шестимісячного зберігання, порівняно з початковим вмістом, становили відповідно 4,6—5,3 та 6,5%, в той час як післязбиральна обробка 1-МЦП забезпечила вищий відповідно на 1,5 та 0,4% показник.

Органічні кислоти. Встановлено значне уповільнення втрат органічних кислот яблуками з післязбиральною обробкою 1-МЦП одразу після зберігання (рис. 2).

Подальше зберігання в середньому урівноважило інтенсивність зниження титрованої кислотності оброблених 1-МЦП та необроблених яблук сорту Кальвіль сніговий з деяким перевищенням в необроблених плодах. Подібна тенденція зміни вмісту титрованих кислот характерна також для яблук сорту Спартан упродовж всього періоду зберігання.

Після чотиримісячного зберігання в яблуках з післязбиральною обробкою 1-МЦП сортів Кальвіль сніговий і Спартан вищий відповідно на 0,21—0,22 та 0,10% рівень титрованих кислот, порівняно з необробленими плодами.

На кінець шести місяців зберігання рівень титрованих кислот в оброблених 1-МЦП яблуках сорту Кальвіль сніговий на 0,19—0,20% вищий, порівняно з необробленими плодами, що в 2,2—2,4 раза перевищує показник сорту Спартан.

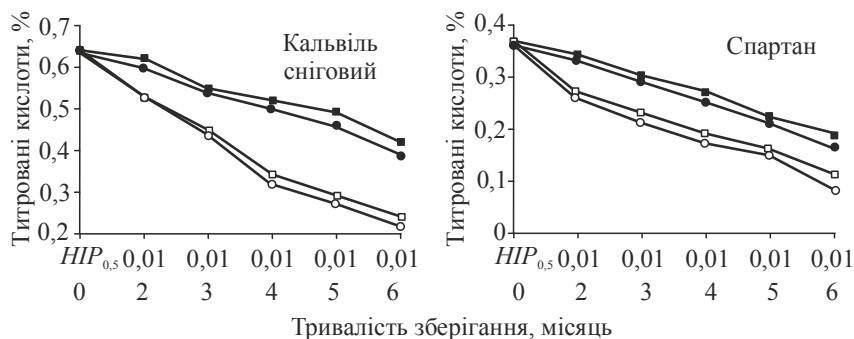


Рис. 2. Зміна вмісту титрованих кислот під час зберігання яблук сортів Кальвіль сніговий (зліва) і Спартан (справа) (середнє для врожаю 2012—2013 рр.):
без попереднього охолодження: ○ — без обробки 1-МЦП, ● — оброблено 1-МЦП;
з попереднім охолодженням: □ — без обробки 1-МЦП, ■ — оброблено 1-МЦП

Аскорбінова кислота. Зміна вмісту аскорбінової кислоти залежала в основному від тривалості зберігання яблук (рис. 3).

Порівняно з необробленими плодами, післязбиральна обробка 1-МЦП на 54,2—64,7% уповільнила зниження вмісту аскорбінової кислоти в плодах сорту Спартан і в 2,7—3,1 раза слабше в яблуках сорту Кальвіль сніговий після двохмісячного зберігання. Однак подальше зберігання зумовило нерівномірне зниження показника оброблених плодів.

Порівняно з плодами без обробки для яблук обох сортів без попереднього охолодження характерне в 1,8—4,2 раза інтенсивніше зниження вмісту аскорбінової кислоти на кінець тримісячного зберігання.

Суттєву втрату аскорбінової кислоти на кінець п'яти місяців зберігання встановлено для яблук сортів Роял Гала (42,9%), Мондіал Гала (41,3), Голден Делішес (38,1) та Ред Делішес (27,1%) [13].

Післязбиральна обробка 1-МЦП яблук сортів Кальвіль сніговий і Спартан забезпечила лише на 0,27—0,41 та 0,29—0,37 мг/100 г вищий залишковий рівень аскорбінової кислоти на кінець шестимісячного зберігання.

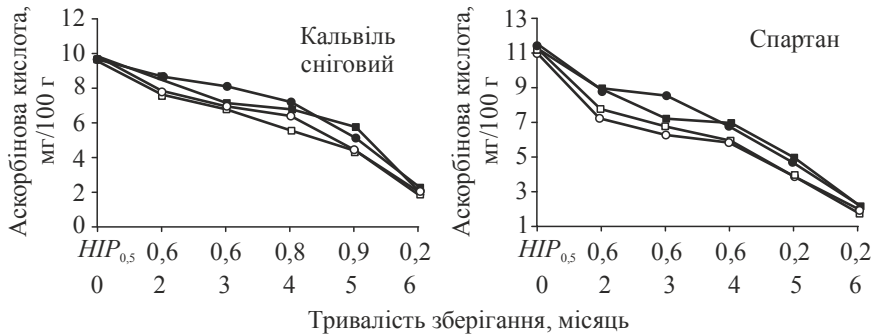


Рис. 3. Зміна вмісту аскорбінової кислоти під час зберігання яблук сортів Кальвіль сніговий (зліва) і Спартан (справа) (середнє для врожаю 2012—2013 рр.):
без попереднього охолодження ○ — без обробки 1-МЦП, ● — оброблено 1-МЦП;
з попереднім охолодженням: □ — без обробки 1-МЦП, ■ — оброблено 1-МЦП

У середньому за роки досліджень, післязбиральна обробка яблук 1-МЦП забезпечила на кінець шестимісячного зберігання на 2,7—4,2% вищий вміст аскорбінової кислоти в плодах сорту Кальвіль сніговий та на 2,3—3,4% в яблуках сорту Спартан.

Залежність досліджуваних показників від тривалості зберігання яблук криволінійна здебільшого обернена із сильним чи навіть повним взаємозв'язком (табл.).

Таблиця Залежність вмісту компонентів хімічного складу від тривалості зберігання яблук

Попереднє охолодження	Доза Смарт-Фреф, г/м ³	Показник	Рівняння регресії з коефіцієнтом детермінації R^2
1	2	3	4
<i>Кальвіль сніговий</i>			
Без охолодження	0	Сухі розчинні речовини	$y = -0,11x^2 + 0,63x + 12,6; R^2 = 0,96$
		Титровані кислоти	$y = 0,01x^2 - 0,14x + 0,8; R^2 = 0,99$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,14x^2 - 0,49x + 10; R^2 = 0,97$
	0,068	Сухі розчинні речовини	$y = -0,15x^2 + 1,05x + 12,3; R^2 = 0,95$
		Титровані кислоти	$y = -0,001x^2 - 0,04x + 0,7; R^2 = 0,99$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,27x^2 + 0,48x + 9,2; R^2 = 0,99$
Охолодження до +5°С	0	Сухі розчинні речовини	$y = -0,12x^2 + 0,73x + 12,5; R^2 = 0,97$
		Титровані кислоти	$y = 0,01x^2 - 0,13x + 0,8; R^2 = 0,99$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,08x^2 - 0,88x + 10,2; R^2 = 0,98$
	0,068	Сухі розчинні речовини	$y = -0,17x^2 + 1,18x + 12,3; R^2 = 0,96$
		Титровані кислоти	$y = -0,002x^2 - 0,03x + 0,7; R^2 = 0,98$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,19x^2 - 0,02x + 9,5; R^2 = 0,94$

1	2	3	4
<i>Спартан</i>			
Без охолодження	0	Сухі розчинні речовини	$y = -0,11x^2 + 0,55x + 13,4; R^2 = 0,97$
		Титровані кислоти	$y = 0,01x^2 - 0,08x + 0,4; R^2 = 0,97$
		Аскорбінова кислота	$y = 0,08x^2 - 2,15x + 12,4; R^2 = 0,94$
	0,068	Сухі розчинні речовини	$y = -0,15x^2 + x + 13; R^2 = 0,94$
		Титровані кислоти	$y = -0,002x^2 - 0,03x + 0,4; R^2 = 0,99$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,16x^2 - 0,57x + 11,6; R^2 = 0,98$
Охолодження до +5° С	0	Сухі розчинні речовини	$y = -0,1x^2 + 0,48x + 13,6; R^2 = 0,97$
		Титровані кислоти	$y = 0,01x^2 - 0,08x + 0,4; R^2 = 0,98$
		Аскорбінова кислота	$y = 0,07x^2 - 2,23x + 13,1; R^2 = 0,96$
	0,068	Сухі розчинні речовини	$y = -0,16x^2 + 1,1x + 13; R^2 = 0,94$
		Титровані кислоти	$y = -0,001x^2 - 0,03x + 0,4; R^2 = 0,99$
		Аскорбінова кислота	$y = -0,06x^2 - 1,25x + 12,3; R^2 = 0,96$

Менш тісні залежності сухих розчинних речовин виявлено для плодів обох досліджуваних сортів з обробкою 1-МЦП.

Взаємозалежність титрованих кислот обернена для оброблених 1-МЦП яблук та пряма — для плодів обох помологічних сортів без обробки.

Взаємозалежність аскорбінової кислоти обернена, за винятком необроблених плодів сорту Спартан. Найбільш тісні залежності цього показника зафіксовано для оброблених 1-МЦП яблук обох сортів без попереднього охолодження, найменш тісні — для неохолоджених плодів сорту Спартан без обробки та попередньо охолоджених сорту Кальвіль сніговий з обробкою 1-МЦП.

Висновки

Післязбиральна обробка 1-МЦП яблук ранньозимових сортів Кальвіль сніговий і Спартан забезпечує на кінець шести місяців холодильного зберігання відповідно на 1,5 та 0,4% вищий залишковий вміст сухих розчинних речовин на противагу 4,6—6,5% загальних їх втрат, порівняно з початковим вмістом, необробленими плодами; у 1,8 та 1,7—2,0 раза вищий залишковий рівень титрованих кислот; лише на 2,7—4,2 та 2,3—3,4% вищий залишковий рівень аскорбінової кислоти на кінець шестимісячного зберігання та є ефективною для покращення збереженості її впродовж п'яти місяців зберігання у холодильнику.

Залежність зміни вмісту основних компонентів хімічного складу яблук обох помологічних сортів від тривалості зберігання переважно обернена.

Автори статті вдячні фірмі «Агрофреш» (Польща) за надання препарату *SmartFresh* для досліджень.

Література

1. Nistor O.-V., Botez E., Mocanu G.-D., Andronoiu D.-G., Macovei V.M. Study of the apple parameters' variation during refrigeration Storage // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. — 2011. — Vol. 17. — # 4. — P. 439—444.
2. Ghafir S. A.M., Gadalla S.O., Murajei B.N., El-Nady M.F. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions // Afri. J. of Pl. Sci. — 2009. — # 3. — P. 133—138.

3. *Lata B.* Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: year and cultivar variation // *J. Agric. Food Chem.* — 2007. — # 55. — P. 663—671.
4. *Lee K.W., Kim Y.J., Kim D.O., Lee H.J., Lee C.Y.* Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity // *J. Agric. Food Chem.* — 2003. — # 51. — P. 6516—6520.
5. *Hayat I., Masud T., Rathore H.A.* Effect of coating and wrapping materials on the shelf life of apple // *Internet J. Food Safety.* — 2003. — # 5. — P. 24—34.
6. *Park Y.-M.* 1-MCP application for horticultural commodities in Korea: practical potential and future task // *Hort. Environ. Biotechnol.* — 2012. — Vol. 53. — # 6. — P. 441—446.
7. *Argenta L.C., Fan X., Mattheis J.P.* Responses of ‘Golden Delicious’ apples to 1-MCP applied in air or water // *HortScience.* — 2007. — Vol. 42. — # 7. — P. 1651—1655.
8. *Moor U., Karp K., Poldma P., Starast M.* Effect of 1-MCP treatment on apple biochemical content and physiological disorders // *Acta Agronomica Hungarica.* — 2007. — Vol. 55. — № 1. — P. 61—70.
9. *Wawrzynczak A., Jozwiak Z.B., Rutkowski K.P.* The influence of storage conditions and 1-MCP treatment on ethylene evolution and fruit quality in ‘Gala’ apples // *Vegetable crops research bulletin.* — 2007. — Vol. 66. — P. 187—196.
10. *Bai J., Baldwin E.A., Goodner K.L., Mattheis J.P., Brecht J.K.* Response of four apple cultivars to 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage // *HortScience.* — 2005. — Vol. 40. — # 5. — P. 1534—1538.
11. *DeLong J.M., Prange R.K., Harrison P.A.* The influence of 1-methylcyclopropene on “Cortland” and “McIntosh” apple quality following long-term storage // *HortSci.* — 2004. — Vol. 39. — P. 1062—1065.
12. *Watkins C.B., Nock J.F., Whitaker B.D.* Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air controlled atmosphere storage conditions // *Postharvest biol. Technol.* — 2000. — Vol. 19. — P. 17—32.
13. *Jan I., Rab A.* Influence of storage duration on physiko-chemical changes in fruit of apple cultivars // *The Journal of Animal & Plant Sciences.* — 2012. — Vol. 22. — # 3. — P. 708—714.
14. *Bizjak J., Slatnar A., Stampar F., Veberic R.* Changes in quality and biochemical parameters in “Idared” apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment // *Food Sci. Technol.* — 2012. — Vol. 18. — # 6. — P. 569—577.
15. *Serdyuk M., Velichko I., Priss O., Danchenko O., Kurcheva L., Baiberova S.* Substantiation of the choice of optimal concentrations of active ingredients of the antioxidant composition for fruit treatment before storage // *Technology audit and production reserves.* — 2017. — Vol. 35. — # 3/3. — P. 44—49.
16. *Іванченко В.Й.* Деякі біохімічні показники яблук при довгостроковому зберіганні за обробки їх антиоксидантами / В.Й. Іванченко, О.П. Прісс, В.В. Калитка // *Таврійський науковий вісник.* — Херсон, 1999. — Випуск 12. — С. 114—118.

УДК 637.5

DEVELOPMENT OF PÂTÉ USING THE CHOICE PHYTOCOMPLEX OF CEREAL CULTURES

O. Moskalyuk, A. Haschuk

National University of Food Technologies

Key words:

*Pâté
Health and preventive
nutrition
The CHOICE
phytocomplex of
germinated cereal cultures
Quality indices*

ABSTRACT

The article presents the results of the research on the developed pâté using the CHOICE phytocomplex of cereal crops (germinated oats, barley, wheat and corn). According to the organoleptic, physicochemical and functional-technological indicators, it has been established that the optimum content of phytocomplex of cereal crops in the pâté formulation is 15%. The results of the study confirm the possibility of using phytocomplex in the production of health and prophylactic pâté.

Article history:

Received 12.05.2017
Received in revised form
25.05.2017
Accepted 18.06.2017

Corresponding author:

O. Moskalyuk

E-mail:

npuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-31

РОЗРОБЛЕННЯ ПАШТЕТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІТОКОМПЛЕКСУ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР «CHOICE»

О.Є. Москалюк, О.І. Гашук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень розроблених паштетів з використанням фітокомплексу злакових культур «CHOICE» (пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи). За органолептичними, фізико-хімічними та функціонально-технологічними показниками встановлено, що оптимальний вміст фітокомплексу злакових культур у рецептурі паштету складає 15%. Результати дослідження підтверджують можливість використання фітокомплексу у виробництві паштетів оздоровчо-профілактичного призначення.

Ключові слова: паштет, оздоровчо-профілактичне харчування, фітокомплекс пророщених злакових культур «CHOICE», показники якості.

Постановка проблеми. Нині актуальним питанням є не тільки випуск високоякісної харчової продукції, але й надання їй функціональних і профілактичних властивостей. Перш за все це пов'язано з підвищеною потребою

організму людини в есенціальних нутрієнтах і збільшенням захворюваності населення [1].

До функціональних відносяться продукти, які позитивно впливають на здоров'я людини при їх регулярному вживанні в ефективних дозах, що допомагає адаптуватися організму до впливу зовнішнього середовища, запобігати виникненню захворювань і передчасному старінню [2; 3]. Покращення показників здоров'я можливе тільки за умов дотримання режиму харчування, при якому організм отримує всі необхідні за фізіологічними потребами речовини (вітаміни, макро- та мікроелементи).

Будь-яке тривале відхилення від режиму збалансованого харчування призводить до порушень функцій організму [3—5]. Використання продуктів функціонального призначення в раціонах хворих дає можливість в певній мірі оптимізувати лікувальний процес. Їх доцільно використовувати в харчуванні з метою оптимізації хімічного складу раціону, для загального зміцнення організму людей як молодого, так і літнього віку.

Продукти збалансованого харчування розглядаються не тільки як джерело пластичних речовин і енергії, але і як складний немедикоментозний комплекс, що забезпечує достовірний лікувально-профілактичний ефект. Місце збалансованих продуктів харчування визначається як проміжне між продуктами загального споживання і продуктами лікувального харчування.

Створення м'ясопродуктів на основі поєднання м'ясної та рослинної сировини є одним з ефективних шляхів вирішення проблеми збалансованого харчування, регулювання властивостей та оптимізації біологічної цінності готового продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У статті Я.В. Курмаза, Л.В. Щербіна, О.М. Бергілевича досліджено розроблені паштети, до складу яких входили пшеничні висівки у кількості від 10% до 30%. У результаті було досягнуто зменшення калорійності готового продукту, збагачення його харчовими волокнами, вуглеводами, макро- та мікроелементами [6].

Jussi Loponen, Paivi Kanerva, Chonggang Zhang, Tuula Sontag-Strohm (2015 p.), Hannu Salovaara та Michael G. Ganzle (2016 p.) займалися розробленням паштетів з пророщеними зернами пшениці та кукурудзи (15—35%). Вченими було досліджено хімічний склад, біологічну цінність та функціонально-технологічні властивості паштетів. Результати досліджень показали, що пророщені зерна мають високу водоутримувальну здатність (при вологості продукту 60% вони здатні зв'язати ще 70% води) і дуже високу жирутримувальну здатність (90%) [7; 8].

Л.М. Агуновою було досліджено печінкові паштети функціонального призначення, збагачені пророщеною пшеницею та гідробіонтами (ламінарією та фукусом) з частковою заміною тваринних жирів на соєву олію. У результаті досліджень встановлено, що комбінування сировини тваринного і рослинного походження в паштетах дає змогу підвищити їх біологічну ефективність (на 10%), збалансувати амінокислотний склад і збагатити продукт вітамінами [9].

Мета дослідження: технологія паштетів, збагачених вітамінами та мінеральними речовинами за рахунок внесення фітокомплексу злакових культур «CHOICE» (пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи).

Викладення основних результатів дослідження. Одним із оптимальних вирішень проблеми оздоровлення харчування є виробництво паштетів, які часто рекомендують при захворюваннях кишківника, особливо при гастритах. У паштеті містяться інгредієнти тваринного і рослинного походження у легкодоступній для травних ферментів формі. Вибір компонентів рецептури м'ясного паштету обумовлений їх хімічним складом, функціональними і технологічними властивостями та енергетичною цінністю.

Основною сировиною при виробництві паштетів є: м'ясо куряче, печінка куряча варена, кукурудзяна олія, пшенична клітковина, фітокомплекс «CHOICE», сироватка молочна та сухе молоко.

Для визначення показників готових продуктів ми використовували органолептичні, фізико-хімічні методи оцінки якості та методи дослідження функціонально-технологічних показників.

У рецептуру модельних паштетів вносили на стадії фаршескладання фітокомплекс пророслих зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи від 5 до 30%. Найбільш повноцінними за амінокислотним складом є пророщені зерна кукурудзи, за вітамінним — овес, за мінеральним — ячмінь, що підтверджує доцільність використання злакових культур у складі фітокомплексу.

Як контрольний зразок було взято паштет згідно з патентом на винахід МПК A23L1/317 «Паштет для геродієтичного харчування»).

Рецептури розроблених паштетів представлена у табл. 1.

Таблиця 1. Рецептури розроблених паштетів

Найменування сировини	Вміст, %						
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
М'ясо куряче	38,0	40,0	41,0	51,0	41,0	30,0	29,0
Печінка куряча варена	23,0	36,0	30,0	15,0	20,0	26,0	24,0
Кукурудзяна олія	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Пшенична клітковина гідратована 1:4	20,0	—	—	—	—	—	—
Фітокомплекс пророщених зерен	—	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Молоко сухе	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Сироватка молочна	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Цибуля	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
Перець	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Показники якості, що визначаються за органолептичною оцінкою (зовнішній вигляд, вид і колір на розрізі, аромат, смак, соковитість) займають одне з важливих місць у комплексі показників, що визначають якість харчових продуктів, і їх результати часто бувають вирішальними і кінцевими при розробленні нових виробів. Перевагою цього методу є те, що він відносно швидкий і дає можливість виявити цілий комплекс якостей готового продукту.

Органолептична оцінка модельних паштетів представлена профілограмою (рис. 1).

Найвищу загальну оцінку отримав зразок № 3, в якому вміст фітокомплексу пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи становив

15%. Найгірші показники спостерігалися у зразках № 5 та № 6. У цих зразках зовнішній вигляд вигляд на розрізі не відповідали вимогам, виробу не соковиті.

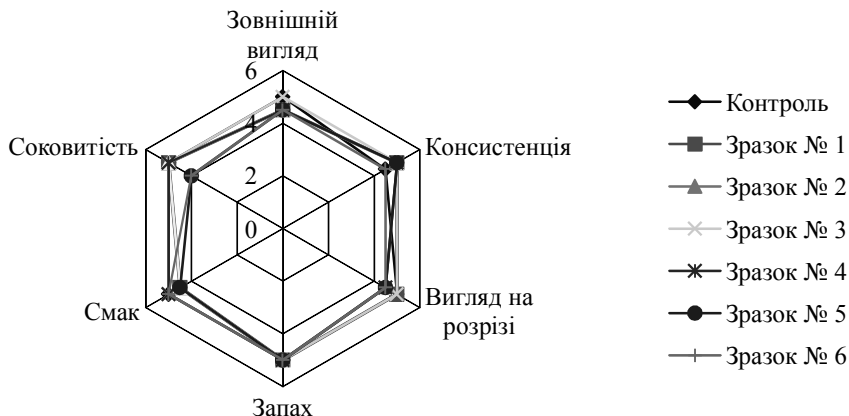


Рис. 1. Органолептична оцінка модельних паштетів

При розробленні паштетів з поєднанням м'ясної і рослинної сировини у заданому співвідношенні важливим є дослідження впливу рослинних компонентів на фізико-хімічні показники готових продуктів. Результати дослідження фізико-хімічних показників паштетів представлено в табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники паштетів

Зразок	Вміст, %			
	Вологи	Білка	Жиру	Золи
Контроль	не більше 70,0	не менше 12,9	не більше 15,4	—
Зразок № 1	69,0±0,25	15,9±0,31	12,9±0,36	1,90±0,31
Зразок № 2	69,1±0,13	15,6±0,28	12,6±0,34	2,32±0,30
Зразок № 3	69,4±0,18	15,9±0,30	12,1±0,30	2,36±0,28
Зразок № 4	69,2±0,20	15,1±0,27	11,8±0,29	2,30±0,27

Результати дослідження показали, що найменший вміст білка має зразок з фітокомплексом злакових культур 20% (зразок № 4) — 15,1%, проте це значення знаходиться в межах вимог для паштетів згідно з нормативним документом. Найменший вміст жиру в готових паштетах міститься у зразку з фітокомплексом злакових культур 15% та 20% (зразок № 3 і 4) — 12,1 і 11,8 відповідно.

Вологозв'язувальна та вологоутримувальна здатності фаршу забезпечують створення ніжної, соковитої консистенції готового продукту, збільшення виходу, зменшення втрат при термообробці. Найбільше значення вологоутримувальної та вологозв'язувальної здатності готових паштетів (рис. 2) має зразок з фітокомплексом злакових культур 15% (зразок № 3) — відповідно 62,7% та 81,2%. Зразок № 3 також має найбільшу жирутримувальну здатність — 74,6%, що на 0,3% більше, ніж у контрольному зразку (73,6%).

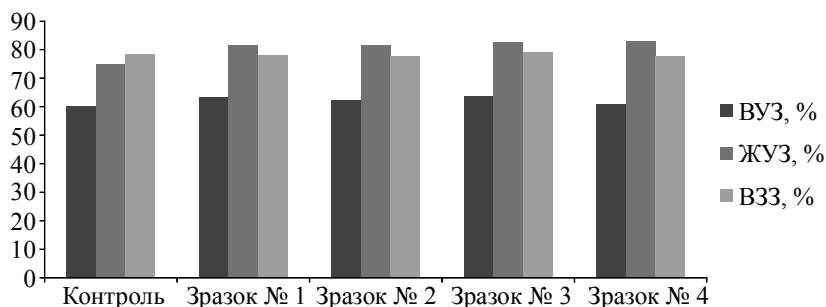


Рис. 2. Функціонально-технологічні показники фаршів модельних зразків і готових паштетів

На діаграмі (рис. 3) представлена динаміка збільшення виходу готових паштетів залежно від кількості внесення фітокомплексу «CHOICE».

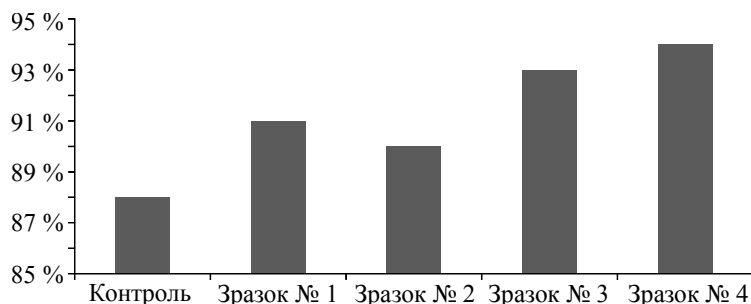


Рис. 3. Вихід готових паштетів

З діаграми (рис. 3) видно, що збільшення вмісту фітокомплексу злакових культур у рецептурі модельних зразків пашкету підвищує вихід на 0,3—0,4%, що свідчить про сумісність обраних компонентів рецептури і їх взаємозв'язок у фарші при технологічних обробках.

Висновки

Розроблено рецептури експериментальних зразків і проведено дослідження модельних паштетів з використанням фітокомплексу злакових культур «CHOICE» (пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи). Результати дослідження підтверджують можливість використання фітокомплексу у виробництві паштетів оздоровчо-профілактичного призначення. За органолептичними, фізико-хімічними та функціонально-технологічними показниками встановлено, що оптимальний вміст фітокомплексу злакових культур у рецептурі пашкету складає (15%).

Література

1. Микитчук І.І. Використання рослинної сировини при виготовленні м'ясних паштетів/ І.І. Микитчук, Л.Ю. Авдєєва // Наук. вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. — 2014. — № 2. — Частина 3. — С. 246—248.

2. Бутенко Л.И. Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы/ Л.И. Бутенко, Л.В. Лигай // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 4 (часть 5). — С. 1128—1133.
3. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна // Курс лекцій для студентів за напрямком 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм. Навч. — Київ : Національний університет харчових технологій, 2009. — С. 310.
4. Трубина И.А. Функциональные продукты на мясной основе/ И.А. Трубина // Ежеквартальный научно-практический журнал. — 2012. — № 4(8). — С. 46—48.
5. Капрельянц Л.В. Селенобагащенные пробиотические продукты функционального назначения/ Л.В. Капрельянц, Н.С. Трегуб // Микробиология и технология. — 2016. — № 1. — С. 6—18.
6. Курмаза Я.В. Обґрунтування використання пшеничних висівок при виробництві функціональних м'ясних продуктів/ Я.В. Курмаза, Л.В. Щербіна, О.М. Бергілевича// Наук. праця ТДАТУ. — 2014. — № 9. — С.125—130.
7. Jussi Loponen. Enzymes of sprouted wheat and their possible technological significance/ Paivi Kanerva, Chonggang Zhang, Tuula Sontag—Strohm // Chapman&Hall. — 2015. — P. 143—144.
8. Hannu Salovaara Growth features of PbS crystals grown in silica gels / Hannu Salovaara, Michael G. Ganzle // Journal of Crystal Growth. — 2016. — № 6. — 282—288.
9. Віннікова Л.Г. Вплив внесення нетрадиційної сировини на тривалість зберігання м'ясопродуктів функціонального призначення / Л.Г. Віннікова, Л.В.Агунова, Н.Г. Азарова // Наукові праці ОНАХТ. — 2009. — С. 104—108.

УДК 664.613.2

IMPROVEMENT OF THE THEORY OF MODELLING THE AMINO ACID CONTENT OF PLANT GREEN MASS HALF-PRODUCTS

V. Huts, G. Simakhina, L. Solodko

National University of Food Technologies

Key words:

*Proteinaceous half-Products
Quality modeling
Recipe optimization
Plant green mass
Amino acids*

Article history:

Received 12.05.2017
Received in revised form 03.06.2017
Accepted 24.06.2017

Corresponding author:

G. Simakhina

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The literary data and the results of our own researches became a basis for this article to prove the possibility of solving the problem of protein deficit in diets of population by optimizing the protein component in recipes of final products. The authors proposed the modified theory to model the amino acid content for green mass of agricultural and wild plants like red and sugar beets, carrot, nettle, ramsons etc. There were established the parameters of the area of quality profile for an ideal protein in conditions that the score for all of the indispensable amino acids is equal to 1. The proposed model allows creating the composites with well-balanced amino acid content on the base of green mass half-products, which will furthermore solve the important social and economical task in the sphere of food technologies.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-32

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ РОСЛИН

В.С. Гуць, Г.О. Сімахіна, Л.М. Солодко

Національний університет харчових технологій

На основі літературних даних і власних досліджень у статті обґрунтовано можливість вирішення проблеми білкового дефіциту в раціонах харчування населення шляхом підвищення біологічної цінності рослинних білків унаслідок оптимізації протеїнової складової в рецептурах готових продуктів. Запропоновано вдосконалену теорію моделювання амінокислотного складу білкових напівфабрикатів із зеленої маси сільськогосподарських і дикорослих рослин — цукрового та столового буряків, моркви, портулаку, черемши тощо. Встановлено величину площі профілю якості для ідеального білка за умови, що для всіх незамінних амінокислот скор становить одиницю. Запропонована модель дасть змогу створювати на основі напівфабрикатів із зеленої маси рослин композити зі збалансованим амінокислотним складом, що вирішує важливе соціально-економічне завдання у сфері харчових технологій.

Ключові слова: білковмісні напівфабрикати, моделювання якості, оптимізація рецептури, зелена маса, амінокислоти.

Постановка проблеми. У багатьох країнах світу населення страждає від нестачі білка в харчових продуктах. Його дефіцит шкідливо впливає на організм людини: знижує захисні функції організму, формує синдром хронічної втоми, погіршує розумові і фізичні можливості, прискорює процес старіння [1; 2]. Тільки вживання збалансованої за хімічним складом, багатої на білок їжі дасть змогу зберегти здоров'я і високу працездатність нашим співвітчизникам, буде сприяти здоровому росту молодого покоління.

Світове виробництво тваринних білків у сучасних умовах швидкого зростання населення значною мірою вичерпало свої можливості. Проблему білкової нестачі можна вирішити кількома шляхами: використанням нових джерел білка (білків сої, зеленої маси рослин, мікроорганізмів, одноклітинних і багатоклітинних водоростей, шротів олійних культур тощо); збільшенням біологічної цінності рослинних білків шляхом збагачення харчових продуктів амінокислотами; взаємним білковим збагаченням шляхом додавання до суміші рослинних білків тваринних протеїнів — білків молока, побічних продуктів молочного виробництва тощо [3; 4]. У зв'язку з цим актуальним є проведення наукових досліджень для оптимізації білкової складової сировини для виробництва нових продуктів із використанням білковмісних рослинних напівфабрикатів.

Використання нових білковмісних напівфабрикатів із зеленої маси рослин у виробництві харчових продуктів дасть можливість розширити їх асортимент, забезпечити матеріальний і енергетичний баланс організму, оптимізувати білковий склад продукту, що приведе до підвищення його харчової цінності з одночасною гарантією якості.

Мета дослідження: моделювання амінокислотного складу напівфабрикатів із зеленої маси рослин і вдосконалення теорії прогнозування якості їхньої білкової складової.

Матеріали і методи. Матеріалами для проведення досліджень є напівфабрикати, отримані із зеленої маси сільськогосподарських і дикорослих рослин, рецептури нових видів напівфабрикатів.

Масову частку амінокислот визначали іонообмінною рідинно-колончастою хроматографією на автоматичному аналізаторі Т339 («Мікротехна», Чехія), триптофану — колориметричним методом із попереднім лужним гідролізом [5].

Викладення основних результатів дослідження. Порошкоподібні білковмісні напівфабрикати із висушеної зеленої маси рослин є складною полікомпонентною системою, що відзначається високим вмістом біологічно активних речовин, і тому, враховуючи дефіцит білка, виникає складність у використанні їх як комплексних натуральних збагачувачів різноманітних харчових середовищ. Крім того, порошкові білковмісні напівфабрикати можна застосовувати як сировину для отримання харчових барвників, а також як компоненти для створення нових продуктів спеціального лікувально-профілактичного призначення зі збалансованим амінокислотним складом. Аналітичними дослі-

дженнями доведено перспективність [6] використання на харчові цілі надземної частини цукрових і столових буряків, листя моркви, кропиви та черемші, вегетативної частини портулаку городнього. Водночас потребує наукового обґрунтування складання сумішей в оптимальних співвідношеннях у вигляді порошкоподібних білковмісних напівфабрикатів для кулінарних виробів і протеїново-вітамінних композитів поліфункціональної дії на їхній основі.

Ефективність засвоєння білка організмом людини безпосередньо залежить від його кількості і біологічної цінності. Тому першочерговим завданням моделювання й оптимізації амінокислотного складу напівфабрикатів із зеленої маси рослин є визначення достатньої для його засвоєння організмом людини кількості та біологічної цінності компонентів білковмісних сумішей. Біологічна цінність білка визначається його якістю, насамперед амінокислотним складом і швидкістю розщеплення протеолітичними ферментами травної системи. В технології харчових продуктів широко використовують хімічні та біологічні методи визначення біологічної цінності білка [5].

Як хімічний використовують метод розрахунку амінокислотного скору, що полягає в обчисленні процентного вмісту амінокислот щодо вмісту їх у білку, прийнятому за ідеальний. Величина амінокислотного скору дає змогу встановити, за вмістом яких незамінних амінокислот білок досліджуваного продукту не відповідає визначеним оптимальним нормам [7].

Метод розрахунку амінокислотного скору покладено в основу проектування комбінованих харчових продуктів повноцінного білкового складу. Як правило, у більшості харчових продуктів набір білковмісних інгредієнтів з незамінних амінокислот не повністю забезпечує максимально збалансований стосовно ідеального білкового еталону амінокислотний склад. Застосування в рецептурі харчових продуктів напівфабрикатів із зеленої маси рослин дасть можливість використати цінний білок різних рослин для максимального наближення харчових продуктів до показників оптимального білкового складу еталона.

У табл. 1 представлено результати експериментальних досліджень амінокислотного скору для зразків висушеної рослинної сировини.

Таблиця 1. Амінокислотний скор зразків висушеної рослинної сировини, %

Показники	Цукровий буряк	Столовий буряк	Морква	Портулак	Кропива	Черемша
Лізін	101,3	118,5	121,3	109,6	99,1	102,9
Треонін	118,75	113,25	127,5	101,75	122,5	110,25
Валін	113,6	110,4	101,4	115	109,4	70
Метіонін + цистин	109	101,7	92,6	48,9	80,3	114
Ізолейцин	78,75	80,5	76,5	77,75	76,75	169,75
Лейцин	135	158	127	114	131	63
Фенілаланін + тирозин	181,2	168,5	161,5	146	162	121
Триптофан	107	102	130	123	168	137

Аналіз результатів досліджень, представлених у табл. 1, засвідчив, що у всіх зразків рослинної сировини амінокислотний скор не відповідає вимогам ідеального білка — як за дефіцитом, так і за надлишковим вмістом.

Амінокислота ізолейцин лімітована для цукрового (78,5%) і столового буряку (80,5%), моркви (76,5%), портулаку (77,75%), кропиви (76,75%). Однак має місце її значний надлишок для черемші (169,75%). Протилежний результат маємо для амінокислоти лейцину. Вона лімітована лише у черемші (63%), а для інших зразків рослинної сировини — надлишкова. Для столового буряку надлишок досягає 158%. Найбільший надлишок (181,2) має амінокислота фенілаланін + тирозин цукрового буряку.

Існуючі методи моделювання амінокислотного складу практично не враховують одночасного впливу надлишку і дефіциту амінокислоти на загальний білковий баланс харчових дисперсних систем. У цьому випадку надлишок, як правило, не враховується. Для отримання економічно і функціонально науково обґрунтованих білковмісних сумішей із зеленої маси рослин з оптимально збалансованим амінокислотним складом необхідно провести підбір комбінацій окремих порошків із висушеної рослинної сировини з урахуванням як дефіциту, так і надлишку незамінних амінокислот.

У [8] рекомендовано робити підбір і складати рецептуру сумішей з використанням методів математичного моделювання на основі критерію повноцінності. Недоліком цього методу є створення композицій, які вважаються оптимальними за збалансованим за дефіцитом амінокислотним складом. Така оптимізація відноситься тільки до лімітованої незамінної амінокислоти без урахування надлишків для інших, скор яких може досягти до 200%. Відомо, що значні надлишки можуть негативно впливати не тільки на економію сировини, а й на складові якості продукту, обмежувати його лікувально-профілактичне використання. Крім того, підбір композицій повинен здійснюватись так, щоб вони мали необхідні органолептичні характеристики. Наприклад, характерний для харчових продуктів колір, запах і смак. Так, для отримання приємного присмаку часнику обов'язковим є використання в складі композиції сухого порошку черемші тільки в оптимальній кількості. Для отримання приємного кольору традиційно використовують барвники з рослинної сировини, наприклад, посилення червоного забарвлення можна досягти, додаючи порошок зі столового буряку, а завдяки хлорофілу, який міститься в листі кропиви або зеленій масі буряків, можна отримати зелене забарвлення різної інтенсивності.

Складові показники окремих порошків рослинної сировини в рекомендованих комбінованих продуктах наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Складники композицій зі збалансованим вмістом амінокислот, % до маси

Вихідна сировина	Композиція № 1	Композиція № 2	Композиція № 3	Композиція № 4
Цукровий буряк	48±0,5	69±5,0	35±0,5	—
Столовий буряк	—	—	—	77±1,5
Портулак	15±0,5	—	—	—
Кропива	—	—	35±0,5	—
Черемша	37±0,5	31±5,0	30±0,5	23±1,5

На нашу думку, отримані білкові композиції можуть бути використані як білковий збагачувач рослинного походження для комбінованих продуктів спеціального та лікувально-профілактичного призначення, а також при створенні збалансованих за харчовою цінністю продуктів у зв'язку зі значним надлишком окремих амінокислот у загальному амінокислотному балансі. Так, значна кількість черемші може негативно впливати на смакові якості харчових продуктів унаслідок специфічного присмаку часнику.

Крім того, як недолік отриманих композицій слід зазначити обмежене використання окремих порошків. Так, у композиції № 2 використано тільки цукровий буряк (69%) і черемшу (31%), а в композиції № 4 — столовий буряк (77%) і черемшу (23%). Це теж може обмежувати використання композицій, виходячи з отримання необхідних органолептичних показників деяких харчових продуктів. Тому потребує подальшої оптимізації їхній амінокислотний скор (табл. 3).

Таблиця 3. Амінокислотний скор композицій зі збалансованим вмістом амінокислот, %

Показники	Композиція № 1	Композиція № 2	Композиція № 3	Композиція № 4
Лізін	103,3	102,5	100,9	114,9
Треонін	113,0	116,5	117,8	112,5
Валін	100,0	101,6	100,2	101,0
Метіонін + цистин	100,0	110,0	100,6	104,6
Ізолейцин	107,8	102,5	103,3	101,3
Лейцин	108,0	115,7	113,7	136,3
Фенілаланін + тирозин	155,3	164,5	158,0	157,5
Триптофан	120,0	116,0	136,0	110,0

Аналіз результатів показує значне перевищення для ряду композицій скору амінокислот: фенілаланін + тирозин (164%) та триптофан (136%).

У табл. 4 та 5 наведено величини коефіцієнтів порівняльної надлишковості незамінних амінокислот у сухих рослинних порошках і композиціях із збалансованим вмістом амінокислот.

Таблиця 4. Коефіцієнти порівняльної надлишковості незамінних амінокислот у сухих рослинних порошках

Коефіцієнт порівняльної надлишковості	Цукровий буряк	Столовий буряк	Портулак	Кропива	Черемша	Морква
σ , %	20,34	21,78	42,64	18,96	23,35	22,24

Аналіз даних табл. 4 свідчить про доцільність зменшення коефіцієнта порівняльної надлишковості при складанні композицій.

Таблиця 5. Коефіцієнти порівняльної надлишковості незамінних амінокислот у композиціях зі збалансованим вмістом амінокислот

Коефіцієнт порівняльної надлишковості	Композиція № 1	Композиція № 2	Композиція № 3	Композиція № 4
σ , %	5,09	5,75	5,64	7,24

З метою отримання якісного як за органолептичними показниками, так і оптимальної білкової складової продукту проведено вдосконалення теорії моделювання його амінокислотного складу.

Для визначення оптимального складу амінокислотного скору з урахуванням дефіциту і надлишку окремих амінокислот запропоновано новий підхід до оптимізації білкової складової рослинної сировини на основі аналізу їхніх профілів якості за показником нормованого відхилення Δ (дельта).

Показник нормованого відхилення Δ як для надлишку, так і дефіциту амінокислоти знаходили як різницю між дійсним значенням скору для відповідної амінокислоти та 100-відсотковим його значенням без урахування знака різниці. Для аналізу впливу надлишку на загальний амінокислотний баланс з урахуванням органолептичної складової продукту показник нормованого відхилення дробився (зменшувався) $\Delta(0)$, $\Delta(1)$, $\Delta(1/2)$, $\Delta(1/4)$, $\Delta(1/8)$. У табл. 6 наведено результати розрахунку амінокислотного скору для досліджуваної рослинної сировини. Надалі для зручності виконання розрахунків використовували замість відсотків відносні одиниці обчислення скору.

Таблиця 6. Скори амінокислот з урахуванням показника нормованого відхилення нормованого надлишку ($C_K\Delta(0)$, $C_K\Delta(1)$, $C_K\Delta(1/2)$, $C_K\Delta(1/4)$, $C_K\Delta(1/8)$)

Сировина	Показник нормованого відхилення	Амінокислота							
		лізин	треонін	валін	Метіонін + цистин	Ізолейцин	Лейцин	Фенілаланін + тирозин	Триптофан
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цукровий буряк	$\Delta(0),\%$	101,3	118,75	113,6	109	78,75	135	181,2	107
	$\Delta(0)$	1	1	1	1	0,788	1	1	1
	$\Delta(1)$	0,987	0,8125	0,864	0,91	0,788	0,65	0,188	0,93
	$\Delta(1/2)$	0,994	0,906	0,932	0,955	0,788	0,825	0,594	0,965
	$\Delta(1/4)$	0,997	0,953	0,966	0,978	0,788	0,913	0,797	0,983
	$\Delta(1/8)$	0,998	0,977	0,983	0,989	0,788	0,956	0,899	0,991
Столовий буряк	$\Delta(0),\%$	118,5	113,25	110,4	101,7	80,5	158	168,5	102
	$\Delta(0)$	1	1	1	1	0,805	1	1	1
	$\Delta(1)$	0,815	0,8675	0,896	0,983	0,805	0,42	0,315	0,98
	$\Delta(1/2)$	0,909	0,934	0,948	0,992	0,805	0,71	0,658	0,99
	$\Delta(1/4)$	0,954	0,967	0,974	0,996	0,805	0,855	0,829	0,95
	$\Delta(1/8)$	0,977	0,983	0,987	0,998	0,805	0,928	0,914	0,98
Морква	$\Delta(0),\%$	121,3	127,5	101,4	92,6	76,5	127	161,5	130
	$\Delta(0)$	1	1	1	0,926	0,765	1	1	1
	$\Delta(1)$	0,787	0,725	0,986	0,926	0,765	0,73	0,385	0,70
	$\Delta(1/2)$	0,894	0,863	0,993	0,926	0,765	0,865	0,693	0,85
	$\Delta(1/4)$	0,947	0,931	0,997	0,926	0,765	0,933	0,846	0,925
	$\Delta(1/8)$	0,973	0,966	0,998	0,926	0,765	0,966	0,923	0,963
Портулак	$\Delta(0),\%$	109,6	101,75	115	48,9	77,75	114	146	123
	$\Delta(0)$	1	1	1	0,489	0,778	1	1	1
	$\Delta(1)$	0,904	0,9825	0,85	0,489	0,778	0,86	0,54	0,77
	$\Delta(1/2)$	0,952	0,991	0,925	0,489	0,778	0,93	0,77	0,885
	$\Delta(1/4)$	0,976	0,996	0,963	0,489	0,778	0,965	0,885	0,943
	$\Delta(1/8)$	0,988	0,998	0,981	0,489	0,778	0,983	0,943	0,971

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кропива	$\Delta(0),\%$	99,1	122,5	109,4	80,3	76,75	131	162	168
	$\Delta(0)$	0,991	1	1	0,803	0,768	1	1	1
	$\Delta(1)$	0,991	0,775	0,906	0,803	0,768	0,69	0,38	0,32
	$\Delta(1/2)$	0,991	0,888	0,953	0,803	0,768	0,845	0,69	0,66
	$\Delta(1/4)$	0,991	0,944	0,977	0,803	0,768	0,923	0,845	0,83
	$\Delta(1/8)$	0,991	0,972	0,988	0,803	0,768	0,961	0,923	0,915
Черемша	$\Delta(0),\%$	102,9	110,25	70	114	169,75	63	121	137
	$\Delta(0)$	1	1	0,7	1	1	0,63	1	1
	$\Delta(1)$	0,971	0,898	0,7	0,86	0,303	0,63	0,79	0,63
	$\Delta(1/2)$	0,986	0,949	0,7	0,93	0,651	0,63	0,895	0,815
	$\Delta(1/4)$	0,993	0,974	0,7	0,965	0,826	0,63	0,948	0,908
	$\Delta(1/8)$	0,996	0,987	0,7	0,983	0,913	0,63	0,974	0,954

Послідовність визначення біологічної цінності рослинної сировини за амінокислотним складом з урахуванням її надлишку така: спочатку, враховуючи органолептичні характеристики, вибираємо показник нормованого відхилення Δ від ідеального (100%) скору кожної незамінної амінокислоти, він дорівнює нулю.

Для $C_K\Delta(0)$ всі надлишки не враховуємо і вважаємо, що скор надлишкової амінокислоти дорівнює одиниці, а для дефіциту залишаємо дійсним. Наприклад, для цукрового буряку при показнику нормованого відхилення $\Delta(0)$ маємо для амінокислот лізин, треонін, валін, метіонін + цистин, лейцин, фенілаланін + +тирозин, триптофан — скор, що дорівнює $C_K\Delta(0) = 1$. Тільки для ізолейцину він лімітований, тому залишається дійсним 0,788.

Аналогічно для іншої сировини при $\Delta(0)$ скор лімітованої амінокислоти залишається розрахунковим, тобто незмінним, а для надлишку приймаємо його за 1. Для того ж цукрового буряку для $\Delta(1)$ скор лімітованої амінокислоти залишається незмінним, а для надлишкової — розраховується за формулою. Наприклад, для лізину:

$$C_K\Delta(1) = 100 - 1,3 = 98,7 \Rightarrow 98,7 : 100 = 0,987;$$

при $\Delta(1/2)$ отримаємо:

$$C_K\Delta(1/2) = 100 - 1,3 : 2 = 100 - 0,65 \Rightarrow 99,35 : 100 = 0,994;$$

при $\Delta(1/4)$ отримаємо:

$$C_K\Delta(1/4) = 100 - 1,3 : 4 = 100 - 0,325 \Rightarrow 99,675 : 100 = 0,997;$$

при $\Delta(1/8)$ отримаємо:

$$C_K\Delta(1/8) = 100 - 1,3 : 8 = 100 - 0,1625 \Rightarrow 99,84 : 100 = 0,998.$$

За вищенаведеною методикою розраховано скорі амінокислот з урахуванням показника відхилення нормованого надлишку $\Delta(1/2)$, $\Delta(1/4)$, $\Delta(1/8)$ для столового буряку, моркви, портулаку, кропиви, черемші.

Оцінку біологічної цінності сировини з урахуванням вищенаведених розрахункових скорів амінокислот проводили за спеціально розробленою комп'ютерною програмою, яка дала змогу порівняти біологічну цінність різної сировини з урахуванням надлишку і дефіциту амінокислот за величиною площі багатокутника (профілю якості).

При $\Delta(0)$ умовно ідеальної сировини, коли скорі всіх незамінних амінокислот приймаємо за 1 (100%), площа багатокутника дорівнює 2,83 безрозмірних одиниць. Це постійна величина для будь-якої ідеальної сировини. В подальшому рекомендовано використовувати її як еталон якості сировини за амінокислотним складом.

Для будь-якої реальної сировини при $C_k\Delta(0)$, коли всі надлишки не враховуються, а враховується тільки дефіцит амінокислот, площі багатокутників будують менші від $S = 2,83$, тобто площі багатокутника, ідеального за амінокислотним складом білку. Для цукрового буряка $S = 2,68$, для столового буряка $S = 2,69$, для моркви $S = 2,62$, для портулаку $S = 2,35$, для кропиви $S = 2,53$, для черемші $S = 2,33$.

Висновки

Перспективним напрямом використання білковмісних напівфабрикатів із зеленої маси рослин як комплексних збагачувачів різноманітних харчових продуктів є: приготування овочевих страв (таких як різноманітні види овочевої ікри, овочеві соуси, начинки та фарші для пиріжків тощо); м'ясних фаршевих або січених напівфабрикатів; макаронних, хлібобулочних продуктів; майонезів, закусочних паст, соусів, салатних заправок тощо.

Аналіз результатів досліджень показує, що для ідеального білка площа профілю якості, побудованого за умови, коли для всіх незамінних амінокислот скор дорівнює одиниці, буде 2,83 одиниці.

Коли білок за амінокислотним скором не ідеальний, площа профілю якості буде зменшуватись пропорційно дефіциту або надлишку незамінних амінокислот. Для умов $C_k\Delta(0)$ надлишок не враховуємо (приймаємо за 1), а враховуємо тільки дефіцит (приймаємо дійсне значення). Для умов $C_k\Delta(1)$, $C_k\Delta(1/2)$, $C_k\Delta(1/4)$, $C_k\Delta(1/8)$ враховуємо як дефіцит, так і надлишок.

Впровадження нових теоретичних розробок у моделюванні амінокислотного складу харчових продуктів із додаванням зеленої маси рослин дає можливість оцінити їхню біологічну цінність та з'ясувати можливості створення на їхній основі оптимальних композитів зі збалансованим амінокислотним складом.

Література

1. Гігієна харчування з основами нутриціології : підруч. / В.І. Ципріян та ін. — Київ : Здоров'я, 2007. — 565 с.
2. Бышевский А.Ш. Биохимия для врача / А.Ш. Бышевский, О.А. Тирсенов. — Екатеринбург : Уральский рабочий, 2003. — 384 с.
3. Сімахіна Г.О. Перспективи використання істівних грибів як джерела білку / Г.О. Сімахіна, І.Ю. Гойко, Н.О. Стеценко // Товари і ринки. — 2014. — № 2. — С. 114—125.
4. Патент UA 93187, МПК A23C 21/00. Спосіб виробництва сухого білково-рослинного напівфабрикату багатофункціонального призначення / Г.О. Сімахіна, І.Ю. Гойко, Н.О. Стеценко ; опубл. 25.09.2014, Бюл. №18.
5. Скурихин И.М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. — Москва : Брандер-Медицина, 1998. — 380 с.
6. Солодко Л.М. Перспективи отримання протеїнових концентратів із зеленої маси рослин / Л.М. Солодко, Г.О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. — 2008. — № 24. — С. 5—10.
7. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии : учеб. пособие / Р. Бохински ; пер. с англ. — Москва : Мир, 1997. — 544 с.
8. Липатов Н.Н. Организмические подходы к оценке объектов пищевых производств / Н.Н. Липатов, А.Л. Геворкян // Молочная промышленность. — 2003. — № 3(6). — С. 24—27.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Шановні колеги!

Редакційна колегія журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» запрошує вас до публікації наукових праць.

До друку приймаються рукописи, які раніше не були опубліковані в друкованих та електронних виданнях. Автор, який подає матеріали до друку, зберігає за собою всі авторські права та надає відповідному виданню право першої публікації, дозволяючи розповсюджувати даний матеріал із зазначенням авторства й джерела первинної публікації, а також погоджується на розміщення її електронної версії на сайті Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського та у відкритому доступі в електронній мережі університету і на сайті журналу <http://journal.nuft.edu.ua>. Автор надає право редакційній колегії на рецензування та відхилення поданих для опублікування матеріалів. В одному номері може бути опублікована лише одна стаття автора (як власна, так і в співавторстві).

У редакційно-видавничий відділ необхідно представити:

- файл статті;
- рецензію доктора наук певної галузі (за тематичною спрямованістю статті). Якщо один із авторів статті є доктором наук, то рецензія необов'язкова;
- роздруковку тексту статті, що відповідає наданому файлу;
- заяву з підписами автора(ів) про те, що надіслана стаття раніше не друкувалася і не подана до будь-яких інших видань;
- витяг з протоколу засідання кафедри (підрозділу) з рекомендацією роботи до друку.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті подаються у вигляді вичитаних роздрукувань на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word). У тексті статті не повинно бути порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані. Обсяг статті має бути не менший 15 тис. знаків і не перевищувати 24 тис. знаків (як виняток, не більше 40 тис. знаків).

ПОСЛІДОВНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ

1. Індекс УДК.
2. Назва статті (англійською та українською мовами).
3. Ініціали та прізвища авторів англійською та українською мовами (не більше чотирьох авторів).
4. Анотація англійською та українською мовами (не менше 650 символів з пробілами). Анотація має містити коротку інформацію про мету, об'єкт та методику досліджень, основні результати й рекомендації щодо їх застосування.
5. Ключові слова (5—6 слів/ключових словосполучень англійською та українською мовами).
6. Структура текстової частини:
 - постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями;
 - аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор;
 - формулювання мети статті;
 - викладення основного матеріалу;
 - висновки і перспективи подальших наукових досліджень.
7. Після тексту статті в алфавітному або порядку цитування в тексті наводиться список літературних джерел (не менше п'яти джерел, не більше дванадцяти). Бібліографічні описи оформляються згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006, ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 і ДСТУ3582:2013. У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання. Не допускається посилення на неопубліковані матеріали. У переліку джерел мають переважати посилання на наукові праці останніх років. Також слід обмежити посилання на власні публікації, оскільки це знижує наукову цінність статті та індекс цитування автора.