



2016

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 6

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

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2016

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 # 4 of October, 2016

© NUFT, 2016

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 № 4 від 27 жовтня 2016 року

© НУХТ, 2016

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор Editor-in-Chief	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Анатолій Українець Anatoliy Ukrainets	
Заступник головного редактора Deputy chief editor	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Шевченко Olexander Shevchenko	
Відповідальний секретар Accountable secretary	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Юрій Пенчук Yuriy Penchuk	

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
Анетта 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 Malezhuk	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 Арсенєва Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Леонід Дегтярьов Leonid Dehtiarov	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 Gusyatyunsk	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бараненко Oleksandr Baranenko	д-р техн. наук, проф., Росія Ph. D. Hab., Prof., National Research University of Information Technologies, mechanics and optics, Russia
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Карпов Oleksandr Karpov	д-р біол. 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 Полумбрук 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

Маковецька С.В., М'якишко О.М., Грибков С.В. Дослідження і математичне моделювання процесу постачання сировини на цукровий завод з урахуванням генетико-детермінованих властивостей цукрових буряків

Кривобок Г.І. Оцінювання параметрів лінійної моделі за неточними вхідними і вихідними сигналами

Луцька Н.М., Грищенко Н.Г. Розробка моделей системи керування бражної колони

Козирський В.В., Момотюк В.В., Засць Н.А. Використання нечітких мереж Петрі для формування навчальних вибірок синтезу нейронних мереж

Стеценко Д.О., Ладанюк А.П., Смітюх Я.В., Савченко Т.В. Розробка системи автоматизованого інтелектуального керування процесом виробництва спирту

Біотехнологія і мікробіологія

Вороненко А.А., Івахнюк М.О., Пирог Т.П. Особливості синтезу полісахариду етаполану на суміші меляси і соняшникової олії

Воронцов О.О. Стічні води тваринницьких комплексів як субстрат для анаеробної ферментації

Економіка і соціальний розвиток

Бойко П.М., Бондар М.В., Куц А.М., Шиян П.Л. Трансфер технологій — основа розвитку України у XXI столітті

Еш С.М., П'юро Б.І. Роль місцевих бюджетів розвитку при формуванні місцевих бюджетів територіальних громад

Менеджмент

і стратегічне управління

Білоконь Д.С., Федулова І.В. Процес управління ризиками інформаційної безпеки

Євсєєва І.В., Жицька І.В. Управління ризиками як необхідний засіб ефективного розвитку підприємства

Валькович Н.Р., Буковинська М.П. Дотримання стандартів соціальної відповідальності на підприємствах України

Капінус Л.В., Єрмолаєва М.В. Категорійний мерчандайзинг як інструмент впливу на поведінку споживачів

Науки про життя

Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Харчування як основна складова системи оздоровлення: точки зору Аюрведи і вітчизняної нутриціології

Охорона праці і цивільний захист

Сірик А.О., Євтушенко О.В. Використання мультиагентних технологій для підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві харчових підприємств

CONTENTS

Automation and Information Technologies

7 Makovetska S., Myakshylo O., Hribkov S. Research and mathematical modeling of raw materials supply to sugar plants due to genetic properties of sugar beet

16 Kryvoboka G. Evaluation of linear model parameters by inaccurate input and output signals

22 Lutska N., Hrytsenko N. Creating control system models for distillation column

28 Kozyrskyy V., Momotyuk V., Zaiets N. Application of fuzzy Petri nets for the formation of educational samples of neural networks synthesis

35 Stecenko D., Ladanyuk A., Smityuh Y., Savchenko T. Development of the automated intelligent control for alcohol production process

Biotechnology and Microbiology

45 Voronenko A., Ivakhniuk M., Pirog T. Features of polysaccharide ethapolan synthesis on molasses and sunflower oil mixture

52 Vorontsov O. Waste water from livestock farms as a substrate for anaerobic fermentation

Enterprise Economy and Social Development

66 Boyko P., Bondar M., Kutz A., Shiyani P. Technology transfer as the basis for the development of Ukraine in the XXI century

77 Esh S., Pyuro B. The role of local development budgets in the formation of local budgets of regional groups

Business Administration and Strategic Management

84 Bilokon D., Fedulova I. Risk management process of information security

92 Yevsieieva I., Zhytska I. Risk management as necessary means of effective enterprise development

100 Valkovych N., Bukovinska M. Compliance with standards of social responsibility in Ukraine

110 Kapinush L., Yermolayeva M. Categorical merchandising as an instrument for influencing consumer behavior

Life Sciences

117 Simakhina G., Naumenko N. Nutrition as the main component of health-protection system: viewpoints by Ayurvedic and national nutritiology

Occupational Health and Civil Protection

126 Siryk A., Yevtushenko O. Using multi-agent technologies to increase the level of safety in the energy sector of food industry

Процеси і апарати харчових виробництв
Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Деренівська А.В. Основи вибору технологічного обладнання в пакувальних лініях харчових виробництв

Паламарчук І.П., Цуркан О.В., Присяжнюк Д.В., Полєвода Ю.А. Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна
Погорилій Т.М. Регресійні рівняння для визначення густини ρ міжкристалального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю

Фізико-математичні науки

Гнатівський В.О., Медвідь Н.В. Застосування кореляційної методики при дифракції на періодичних структурах

Харчові технології

Кобець О.С., Десик М.Г., Арпуль О.В., Доценко В.Ф., Телічкун В.І. Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів

Позожих М.І., Головка Т.М., Полупан В.В., Бакіров М.П., Пархоменко Л.О. Обґрунтування технології виробництва J-Se функціональної добавки у вигляді порошку

Новгородська Н.В., Блащук В.В. Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів

Осокіна Н.М., Костецька К.В. Технологічні властивості зерна гібридів кукурудзи

Коляновська Л.М. Удосконалення технології виробництва екстракційних олій

Сабадаш Н.І., Пасічний В.М., Маринін А.І., Бахмут Ж.О. Ефективність очищення вонючої води комплексом ферментів

Карпутіна М.В., Харгелія Д.Д. Нешкідливі технології у виробництві безалкогольних напоїв з натуральної рослинної сировини

Власенко І.Г., Власенко В.В., Семко Т.В. Удосконалення технології сиру «Моцареламанзар» функціонального призначення

Зміст журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» за 2016 рік

Processes and Equipment for Food Industries

140 *Kryvoplyas-Volodina L., Gavva O., Derenivska A.* Fundamentals of selection process of the equipment for food production packaging lines

151 *Palamarchuk I., Tsurkan O., Prisyazhnyuk D., Poljevoda Y.* Rationalizing the scheme of vibro-ozonizing dryer for postharvest grain processing

157 *Pogorilyy T.* Regression equations for determining density ρ of intercrystalline sucrose solution at sugar massecuite boiling

Physical and Mathematical Sciences

165 *Gnatovskiy V., Medvid' N.* Use of correlation techniques in diffraction on periodic structures

Food Technology

173 *Kobets E., Desyk M., Arpul O., Dotsenko V., Telychkun V.* Use of vacuum cooling in the technology of biscuit semi-finished products

179 *Pogozhikh M., Golovko T., Polupan V., Bakirov M., Parhomenko L.* Rationale for production technology of the J-Se functional additive in powder form

189 *Novgorodska N., Blashchuk V.* Using protein-fat emulsions for cooked sausage production

195 *Osokina N., Kostetska K.* Technological properties of corn hybrid grains

206 *Kolianovska L.* Improving the production technology of oil extraction

213 *Sabadash N., Pasichnyi V., Marynin A., Bakhmut Z.* Efficiency of cleaning wool-wax water using enzyme complex

220 *Karputina M., Khageliia D.* Harmless technologies in the production of soft drinks from natural plant raw material

228 *Vlasenko I., Vlasenko V., Semko T.* Improving the technology of Mozzarella-manzar functional purpose cheese

237 **Contents of the journal "Scientific Works of the National University of Food Technologies" for 2016**

УДК 004.942:664.1

RESEARCH AND MATHEMATICAL MODELING OF RAW MATERIALS SUPPLY TO SUGAR PLANTS DUE TO GENETIC PROPERTIES OF SUGAR BEET

S. Makovetska, O. M'yakshylo, S. Hribkov
National University of Food Technologies

Key words:

*Hybrids of sugar beet
Sugar
Raw material zone
Optimization criteria
Heuristic methods*

Article history:

Received 01.09.2016
Received in revised form
25.09.2016
Accepted 05.10.2016

Corresponding author:

S. Makovetska
E-mail:
Svetlana_un@ukr.net

ABSTRACT

The article deals with the problem of establishing an effective supply of raw materials to a sugar factory in order to reduce sucrose losses and improve technical and economic performance of the production. The created mathematical model covers all aspects of planning the process of raw materials supply for their processing, taking into account the genetic properties of modern varieties and hybrids of sugar beet. The study of major classical methods was conducted to solve this problem. Based on the analysis of modern scheduling methods the feasibility of selecting one of the heuristic methods was proved.

ДОСЛІДЖЕННЯ І МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОСТАЧАННЯ СИРОВИНИ НА ЦУКРОВИЙ ЗАВОД З УРАХУВАННЯМ ГЕНЕТИКО-ДЕТЕРМІНОВАНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

С.В. Маковецька, О.М. М'якшило, С.В. Грибков
Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто проблему процесу формування ефективного постачання сировини на цукровий завод з метою скорочення втрат цукрози та підвищення техніко-економічних показників виробництва. Побудована математична модель охоплює всі аспекти процесу планування постачання сировини для її переробки з урахуванням генетико-детермінованих властивостей сучасних сортів і гібридів цукрових буряків. Досліджено основні класичні методи розв'язку поставленої задачі. На основі проведеного аналізу сучасних методів складання розкладу зроблено висновок про доцільність вибору одного з евристичних методів.

Ключові слова: *гібриди цукрових буряків, цукристість, сировинна зона, критерій оптимізації, евристичні методи.*

Постановка проблеми. Виробництво цукру — складний процес, який включає послідовність етапів від вирощування цукрових буряків до отримання готової продукції. Отримання високих якісно-кількісних показників при виготовленні цукру залежить від ефективної організації виробництва та дотримання технологічних вимог при постачанні, зберіганні й переробці кожної конкретної партії коренеплодів, тому що вона є унікальною, адже залежить від сорту гібрида цукрового буряка та конкретної сировинної зони [1].

Планування процесу виробництва цукру починається з планування посівів у відповідній сировинній зоні для раціонального забезпечення сировиною безперервної роботи заводу під час усього сезону цукроваріння з найбільшою економічною ефективністю.

Необхідно відмітити, що з кожним роком у буряківництво України впроваджуються нові види сортів і гібридів цукрових буряків різного селекційного походження. Нові сорти та гібриди вносяться у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення на території України. Кожен вид гібридів відмінний за своїми генетично-детермінованими властивостями лежкості, цукристості та показників урожайності.

Процес вирощування цукрового буряку є складним процесом, що залежить від багатьох факторів, тому прогнозований і фактично поставлений обсяг коренеплодів може відрізнятись за своїми властивостями. На якість коренеплодів впливають погода, якість насіння, характеристики сировинної зони у сівозміні на ній, умови підживлення (внесення добрив), густина стояння рослин, терміни збирання урожаю, що не завжди підлягають точному визначенню [2]. Зважаючи на це, фактичне планування надходження цукрового буряку на приймальні пункти цукрового заводу починається після проведення польових аналізів і тестів майбутньої сировини, що вимагає оперативного корегування плану надходження сировини на завод.

Таким чином, для отримання максимальних техніко-економічних показників виробництва необхідно організувати ефективне постачання сировини на завод з конкретних сировинних зон для забезпечення безперервного, ритмічного виробничого процесу з мінімальними втратами для кожної партії цукрового буряку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання забезпечення цукрового заводу високопродуктивними гібридами різних термінів дозрівання з метою збільшення виробництва якісної продукції досліджували зарубіжні та вітчизняні вчені.

Зокрема, в публікації [1] розглянуто основні показники технологічної якості сучасних гібридів української селекції, переробка яких на цукрових заводах повною мірою відповідає вимогам технологічного процесу виготовлення цукру та забезпечує отримання високого виходу цукру з мінімальними втратами у мелясі, жомі й технологічних осадах. Результати досліджень генетично-детермінованих властивостей коренеплодів цукрових буряків залежно від сорту представлені у праці [3]. У [4] проведена порівняльна характеристика з визначення показників технологічної якості і продуктивності вітчизняних гібридів і гібридів зарубіжної селекції. У [5] розглядається впровадження у виробництво нових гібридів цукрового буряку, що характе-

ризуються більш високим потенціалом продуктивності та надають можливість підвищити отримання цукру з гектара посівів.

У [6] розглядаються оптимальні строки збирання цукрових буряків, що сприяють збільшенню їх урожайності, підвищенню цукристості й технологічних якостей коренеплодів. Авторами праці [7] розглянуто моделі управління цукробуряковим виробництвом.

Проте в розглянутих публікаціях недостатньо висвітлене питання забезпечення цукрових заводів коренеплодами за типами гібридів цукрового буряка з урахуванням їх генетико-детермінованих властивостей, терміну дозрівання та сировинної зони, що є ресурсом для підвищенню техніко-економічних показників виробництва цукру.

Мета статті: дослідження та математичне моделювання постачання сировини на цукровий завод для складання ефективного розкладу поставок, що забезпечить скорочення втрат цукру і підвищення техніко-економічних показників виробництва.

Виклад основних результатів дослідження. Технологічний процес виробництва цукру є складним і неперервним, суттєво залежить від сировини, що надходить на переробку. Обсяги сировини та характеристики цукрових буряків, що надходять на завод, визначають тривалість виробничого сезону для цукрового виробництва залежно від потужності та стану технологічного обладнання цукрового заводу [4].

Більшість заводів цукрової промисловості зазнають значних втрат сировини при зберіганні та виробництві за рахунок ігнорування генетичної різноякісності цукрових буряків у розрізі окремих сортів і гібридів. У процесі селекції створено сорти з різним рівнем цукристості коренеплодів, показники якої лягли в основу віднесення сортів до трьох напрямів — урожайного (E), нормального (N) та цукристого (Z). Урожайний тип реалізує високий урожай цукру за високої урожайності коренеплодів, цукристий — за високого вмісту цукру, нормальний тип забезпечує високий урожай цукру обома компонентами в рівній мірі [5]. Гібриди урожайного напрямку забезпечують найвищий відсоток отримання цукру з гектара посівів, але менший його вихід з одиниці сировини. Коренеплоди цукристого напрямку відрізняються від попередньої групи меншою масою коренеплодів, але вищою їх цукристістю, що є більш стійкою ознакою і коливається у межах 14,4—18,6% порівняно з 12,4—17,5% у гібридів урожайного напрямку. Відповідно до генетичних характеристик гібриди мають різні терміни досягання, умови зберігання, що впливають на цукристість коренеплодів у процесі їх обробки [5].

В українському буряківництві дуже важливим показником є термін біологічного дозрівання цукрових буряків, що визначає терміни їх збирання [6]. Основні сучасні гібридні сорти представлені у табл. 1. Наприклад, одним із сучасних гібридів цукрових буряків є сорт Геро, що відноситься до нормально-цукристих сортів з цукристістю 16,6%, урожайністю 69,0 ц/га і термінами збирання від першої декади вересня до останньої декади листопада.

Гібриди, представлені у табл. 1, є раньо- та середньостиглими. Основні види коренеплодів мають різні терміни біологічного дозрівання, що необхідно

враховувати при плануванні їх збирання. Збирання коренеплодів планується по декадам з вересня по листопад залежно від їх біологічного дозрівання.

Таблиця 1. Технологічні показники сучасних гібридів цукрових буряків

Назва сорту буряка	Характеристики буряка			Терміни збирання								
	Типи гібридів	Цукристість (%)	Урожайність (ц/га)	вересень			жовтень			листопад		
				декади	декади	декади	декади	декади	декади	декади		
Ахат	Z	16,7	69,3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Мерак	NZ	17,0	68,4		2	3	1	2	3	1	2	3
Вінцент	N	16,6	66,4		2	3	1	2	3	1	2	3
Мозаїк	NZ	16,9	64,0		2	3	1	2	3	1	2	3
Ремос	N	17,0	66,1		2	3	1	2	3	1	2	3
Тшбор	Z	17,2	66,7		2	3	1	2	3	1	2	3
Армін	N	17,0	68,5			3	1	2	3	1	2	3
Рональд	N	16,7	68,7		2	3	1	2	3	1	2	3
Логан	N	16,6	74,3			3	1	2	3	1	2	3
Басіліус	N	16,8	68,8			3	1	2	3	1	2	3
Пушкін	N	17,0	72,3		2	3	1	2	3	1	2	3
Малус	N	16,9	74,5		2	3	1	2	3	1	2	3
Ліберо	N	16,6	71,1		2	3	1	2	3	1	2	3
Золеа	NZ	16,2	69,5		2	3	1	2	3	1	2	3
Берні	Z	17,4	68,9	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Веда	Z	16,9	71,2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Варела	N	16,7	67,9		2	3	1	2	3	1	2	3
Вавілов	N	16,7	69,9	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ярослав	N	17,2	65,7		2	3	1	2	3	1	2	3
Ламарк	N	17,3	74,1		2	3	1	2	3	1	2	3
Акку	N	16,5	71,5		2	3	1	2	3	1	2	3
Віктор	NZ	17,0	67,4		2	3	1	2	3	1	2	3
Геро	NZ	16,6	69,0	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вок	NZ	16,9	67,4		2	3	1	2	3	1	2	3
Нансен	N	16,8	71,9	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Яшин	N	16,6	73,8			3	1	2	3	1	2	3
Гуллівер	Z	17,2	75,5		2	3	1	2	3	1	2	3
Пінта	Z	17,0	70,0		2	3	1	2	3	1	2	3

Враховуючи важливість забезпечення цукрового заводу сировиною з мінімальними втратами цукристості буряка, побудуємо математичну модель оптимізації поставок у вигляді цільової функції:

$$f = \sum_{j=1}^{t_i} \sum_{i=1}^k (x_{ij} - x_{ij} \cdot Z_i) \cdot C_i - \sum_{j=1}^{t_i} Tr_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

де x_{ij} — обсяг постачання цукрових буряків з i -ї сировинної зони, за кожний j -день надходження за весь період роботи цукрового заводу ($j = 1 \dots t_i$ від першого до останнього (t_i) дня роботи надходження з i -ї сировинної зони); Z_i — коефіцієнт забрудненості коренеплодів цукрових буряків з i -ї сировинної зони; C_i — вміст цукру (дигестія) із коренеплодів цукрового буряку, що надходять з i -ї сировинної зони ($i \in 1 \dots k$); k — кількість сировинних зон, з

яких надходить цукровий буряк; Tr_i — витрати на транспортування цукрових буряків з i -ї сировинної зони на приймальний пункт цукрового заводу.

Цільова функція (1) відповідає основній меті функціонування цукрового заводу, а саме: забезпечити максимальний вихід цукру з сировини, що надійшла на завод. Частковим критерієм оптимізації є максимізація вилучення цукрози з цукрового буряку, що надійшов з i -ї сировинної зони:

$$C_i = \sum_{j=1}^{t_i} c_{ij} \rightarrow \max, \quad (2)$$

де c_{ij} — цукристість цукрового буряку, що надійшов з i -ї сировинної за кожний j — день надходження за весь період роботи цукрового заводу (від першого до останнього (t_i) дня роботи надходження з i -ї сировинної зони).

Прогнозований виробіток цукрози з 1 гектара посівів (на фактично заготовлені буряки) сировинної зони бурякосіяння заводу [9]:

$$C_{i, \text{пр}} = \frac{\left(x_i - \frac{x_i \cdot P_m}{100} \right)}{100 \cdot S_{\text{цбі}}} V_C, \quad (3)$$

де P_m — прогнозовані втрати маси цукрових буряків відповідного гібрида при зберіганні й транспортуванні, прийнятих від i -го господарства, у відсотках до маси прийнятих буряків; V_C — прогнозований вихід цукрози, у відсотках до маси перероблених буряків; $S_{\text{цбі}}$ — площа сировинної зони посівів відповідного гібрида, га.

Прогнозований вихід цукру у відсотках до маси прийнятих коренеплодів визначаємо за формулою:

$$V_C = C_{\text{пр}} - SB - C_m, \quad (4)$$

де $C_{\text{пр}}$ — цукристість гібрида буряка за результатами визначення цукристості коренеплодів на пробних ділянках зони бурякосіяння цукрового заводу, у відсотках до маси буряків; SB — нормативна сума втрат цукрози від приймання до одержання готової продукції, % до маси заготовлених (прийнятих) буряків; C_m — нормативний вміст цукрози в мелясі, у відсотках до маси буряків. У виробничих умовах встановлено, що при однакових обсягах партій одного виду цукрового буряка та з однаковою цукристістю коренеплодів обсяги виготовленої продукції неоднакові. В технологічному процесі виготовлення необхідно відмітити різницю вмісту цукрози в мелясі під час переробки свіжозібраних коренеплодів і після зберігання їх у кагатах, що також впливає на обсяги кінцевого продукту [2].

Оскільки сировина має нечисту масу коренеплодів і надходить з певним відсотком забрудненості та засміченості, до яких відноситься земля, гичка, бокові корінці, соломка, хвостики, діаметром менше 1 см, та інші домішки, то визначається коефіцієнт забрудненості (Z) коренеплодів цукрових буряків [8]:

$$Z = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (5)$$

де m_1 — вага цукрового буряку з домішками, кг; m_2 — чиста вага цукрового буряку без домішок, кг.

На кожній сировинній зоні вирощується один сорт цукрового буряку, що забезпечує легкість у прогнозуванні врожайності того чи іншого виду. Фактично з конкретної сировинної зони надходить певний сорт коренеплодів, тому коефіцієнт забрудненості визначається для певної сировинної зони.

Витрати на транспортування цукрових буряків, прийнятих від i -ї сировинної зони на заготівельні пункти цукрового заводу у перерахунку на цукор визначаються за формулою [9]:

$$Tr_i = \sum_{j=1}^i ((x_i - Z_m) \cdot v_i \cdot r), \quad (6)$$

де Z_m — вага забрудненості та засміченості цукрових буряків, визначена на бурякоприймальних пунктах; v_i — відстань від i -ої сировинної зони до заводу; r (ц/ткм) — нормативний тариф на автотранспортування, виражений у кількості цукру в центнерах на один тонно-кілометр.

Постачання буряків з урахуванням біологічних термінів збирання гібридів коренеплодів на завод доцільно представити:

- для ранньостиглих гібридів $\sum_{\tau=1}^9 C_{\text{гіб},y} X_y = R_y$;
- для середньостиглих гібридів $\sum_{\tau=2}^9 C_{\text{гіб},y} X_y = R_y$;
- для гібридів нормального типу $\sum_{\tau=3}^9 C_{\text{гіб},y} X_y = R_y$,

де $C_{\text{гіб},y}$ — цукристість буряку; R_y — обсяг цукрових буряків даного типу; τ — декади дозрівання гібридів цукрового буряку (в межах від першої декади вересня до останньої (дев'ятої) декади листопада); X_y — сумарний обсяг переробленого буряку відповідного гібрида.

Виробничий сезон T у цукровій промисловості (кількість діб цукроваріння) — один із найважливіших показників, який суттєво впливає на кінцевий результат виробничої діяльності підприємства і залежить від величини добової потужності цукрового заводу:

$$T = \frac{\sum_{y=1}^d x_{\text{гіб},y}}{P \cdot k_p}, \quad (8)$$

де $x_{\text{гіб},y}$ — обсяг переробленого буряку відповідного гібрида; d — кількість гібридів, прийнятих на завод; y — вид гібрида; k_p — встановлений коефіцієнт використання потужності; P — добова потужність цукрового заводу.

Для забезпечення оптимальної роботи цукрового заводу на початку сезону необхідно сформувати запас сировини на період від N до M діб:

$$N \cdot P \leq \sum_{j=1}^{t_i} \sum_{i=1}^k (x_{ij}) \leq M \cdot P, \quad (8)$$

де N — 9-денний запас; M — 15-денний запас цукрового буряку. Залежно від характеристик заводу значення параметрів періоду запасів цукрового буряку може бути змінене.

Прогнозований обсяг постачання цукрового буряку відповідного гібрида X_{iy} за весь період з i -тої сировинної зони на цукровий завод визначаємо за формулою:

$$X_{iy} = \sum_{j=1}^{t_i} \sum_{i=1}^k x_{ij}, \quad (9)$$

де i — сировинна зона, $i \in 1..k$; k — кількість сировинних зон, з яких надходить цукровий буряк; j — номер дня поставки за весь період роботи цукрового заводу ($j = 1..t_i$ від першого до останнього (t_i) дня роботи надходження з i -ї сировинної зони).

Для забезпечення оптимального завантаження цукрового заводу необхідно, щоб прогнозований обсяг поставки цукрового буряку був не меншим за фактичну врожайність:

$$X_{iy} \leq S_i \cdot U_y, \quad (10)$$

де S_i — площа i -ї сировинної зони, га; U_y — урожайність коренеплодів за результатами визначення густоти насаджень і маси коренеплодів на пробних ділянках i -ї сировинної зони.

Задача формування ефективного розкладу постачання сировини з різних сировинних зон на цукровий завод для забезпечення скорочення виробничих витрат і підвищення техніко-економічних показників виробництва відноситься до класу NP -повних комбінаторних задач. Дана задача відноситься до задач календарного планування, а сформований варіант розкладу постачання сировини надає можливість оцінити оптимальність, використовуючи критерії (1—2).

Існують різні класичні методи розв'язання задачі складання розкладу [11]. Модель задачі складання розкладу в рамках лінійного цілочисельного програмування [12] містить ряд недоліків, пов'язаних як з неповною адекватністю представленого розв'язку задачі, так і значною трудомісткістю використання запропонованого інформаційно-обчислювального комплексу, що вимагає участі кваліфікованого користувача. Метод імітації випалювання й алгоритм розфарбовування графу, незважаючи на зовнішню простоту, можуть виявитися цілком ефективними для складання лише невеликих розкладів. При реалізації алгоритму, що базується на принципах імітаційного моделювання [12], обмежується можливість застосування розробленої системи на інших підприємствах цукрової галузі, крім того, доведеться вносити істотні зміни в алгоритм при незначних внутрішніх змінах на підприємстві. Усі ці методи в

своїй основі використовують ітераційну техніку неперервної оптимізації. Очевидно, що вони орієнтовані на пошук лише локальних оптимумів, а глобальний оптимум може бути знайдений лише випадково. У зв'язку з цим доцільно використовувати методи, що зберігають переваги класичних і вільні від їх недоліків. До таких методів відносять еволюційне моделювання [12]. Поставлена задача є комбінаторною, а вирішення її за умови значної кількості даних з використанням точних методів не є можливим, використання стандартних евристичних методів призводить до значних часових витрат, пов'язаних з високою обчислювальною складністю при формуванні рішення та великої ймовірності відхилення знайденого рішення від оптимального [12]. Зважаючи на це, для вирішення задач такого класу доцільно використовувати евристичні методи, які дозволяють знайти оптимальний розв'язок задачі за короткий проміжок часу.

Висновки

У статті розроблено математичну модель постачання цукрових буряків на цукровий завод з урахуванням генетико-детермінованих властивостей із різних сировинних зон і розглянуто можливі «базові» підходи до вирішення задачі складання розкладу. Враховуючи специфічні особливості задачі, а також необхідність зменшення часу на її розв'язок, необхідно дослідити сучасні методи оптимізації, що базуються на евристичних підходах. Кожен окремий підхід має свої переваги і недоліки, через що дуже складно однозначно підібрати конкретний метод розв'язку задачі, тому доцільно використати комбінування евристичних методів.

Література

1. *Щоткін В.* Агротехнологія вирощування цукрового буряку / В. Щоткін // Пропозиція. — 2001. — № 2. — С. 47—51.
2. Продуктивність і технологічні якості вітчизняних гібридів цукрових буряків на рівні світових зразків / В.П. Ковальчук, І.І. Бойко, Н.О. Кононюк, І.Р. Фуніна // Цукрові буряки. — 2014. — № 5. — С. 5—6.
3. *Кляченко О.Л.* Хімічний склад коренеплодів цукрових буряків в залежності від сортових відмінностей / О.Л. Кляченко, І.Р. Фуніна // Науковий вісник Національного аграрного університету. — 2002. — № 47. — С. 16—18.
4. *Ковальчук В.П.* Біологічний потенціал продуктивності вітчизняних гібридів цукрових буряків / В.П. Ковальчук // Цукор України № 5 (77). — 2012. — С. 31—33.
5. *Вахній С.П.* Продуктивності цукру буряків залежно від сортових особливостей / С.П. Вахній // Збірник наукових праць. — 2008. — Випуск 10. — С. 198—201.
6. *Жолоб В.Д.* Влияние удобрений и сроков уборки на продуктивность сахарной свеклы / В.Д. Жолоб, Е.А. Тонкаль // Селекция и агротехника. — Киев: ВНИС, 1982. — С. 96—103.
7. *Бобов Г.* Модель взаємодії учасників інтегрованого цукробурякового формування / Г. Бобов // Аграрна економіка. — 2012. — Т. 5, № 3—4. — С. 156—162.
8. Наказ Міністерства аграрної політики України «Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення показників вироблення цукру з 1 гектара посівів зони заготівлі цукрових буряків» від 18.12.2006 № 779.
9. Правила приемки сахарной свеклы сахарными заводами без учета малосахаристых частей корнеплода [Електронний ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rossahar.ru/dokuments/priemka/>.

10. Фридман С.Е. Справочник по заготовке, приемке и хранению сахарной свеклы / С.Е. Фридман, И.Ф. Селюк; под ред. С.Е. Фридмана. — Москва: Пищевая промышленность, 1964 — 310 с.
11. Конвей Р.В. Теория расписаний [Текст] / Р.В. Конвей, В.Л. Максвелл, Л.В. Миллер. — Москва: Наука, 1975. — 360 с.
12. Безгинов А.Н. Обзор существующих методов составления расписания / А.Н. Безгинов, С.Ю. Трегубов // Информационные технологии и программирование: межвузовский сборник статей. — Москва: МГИУ, 2005. — № 2(14) — С. 5 — 18.
13. Yemtsev V. The impact of competitive environment on the raw material base development within dairy industry of Ukraine / V. Yemtsev // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V. 3. — I. 4. — P. 633.
14. Vasylenko T. Best available technology — innovative methodological framework efficiency of sugar production / T.Vasylenko, S. Vasylenko, J. Sidneva, V. Shutiuk // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V. 3. — I. 1. — P. 122.
15. Goots V. Predicting the impact of the transformation of sugar subcomplex on its efficiency / V. Goots, V. Yemtsev // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V. 3. — I. 1. — P. 64.

ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТАВКИ СЫРЬЯ НА САХАРНЫЙ ЗАВОД С УЧЕТОМ ГЕНЕТИКО- ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СВОЙСТВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С.В. Маковецкая, Е.М. Мякшило, С.В. Грибков

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассматривается проблема процесса формирования эффективной поставки сырья на сахарный завод с целью сокращения потерь сахарозы и повышения технико-экономических показателей производства. Построенная математическая модель охватывает все аспекты процесса планирования поставок сырья для его переработки с учетом генетико-детерминированных свойств современных сортов и гибридов сахарной свеклы. Исследованы основные классические методы решения поставленной задачи. На основе проведенного анализа современных методов составления расписания сделан вывод о целесообразности выбора одного из эвристических методов.

Ключевые слова: гибриды сахарной свеклы, сахаристость, сырьевая зона, критерии оптимизации, эвристические методы.

EVALUATION OF LINEAR MODEL PARAMETERS BY INACCURATE INPUT AND OUTPUT SIGNALS

G. Kryvoboka

National University of Food Technologies

Key words:

*Identification
Least squares method
Integrated method of
least squares
Weight function
White noise*

Article history:

Received 07.09.2016
Received in revised form
23.09.2016
Accepted 10.10.2016

Corresponding author:

G. Kryvoboka
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

This article presents the results of evaluating linear model parameters by inaccurate input and output signals. The evaluation of the parameters is performed using an integrated method of least squares, which smoothes the external influences of the studied model towards the evaluation. The modeling of parameter estimation by the integrated least squares method was conducted using uniquely designed software developed by ILLS algorithm. The analysis of parameter estimation accuracy was conducted depending on the choice of weight function coefficients. The parameters were compared with those of classical method of least squares.

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗА НЕТОЧНИМИ ВХІДНИМИ І ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ

Г.І. Кривобока

Національний університет харчових технологій

У статті отримано результати оцінювання параметрів лінійної моделі за неточними вхідними і вихідними сигналами. Оцінювання параметрів проводиться за допомогою інтегрованого методу найменших квадратів, що забезпечує згладжування зовнішніх впливів досліджуваної моделі на результати. Моделювання оцінки параметрів інтегрованим методом найменших квадратів виконано за допомогою авторського програмного забезпечення, розробленого згідно з алгоритмом ІМНК. Проведено аналіз залежності точності оцінок параметрів від вибору коефіцієнтів вагової функції та здійснено порівняння оцінок параметрів з класичним методом найменших квадратів.

Ключові слова: ідентифікація, метод найменших квадратів, інтегрований метод найменших квадратів, вагова функція, білий шум.

Постановка проблеми. Характерною особливістю технологічних процесів (ТП) є наявність різного роду невизначеностей: велика кількість і

складність зв'язків між змінними стану; високий рівень похибок поряд з неможливістю вимірювання ряду параметрів; необхідність прийняття рішення з управління промисловими агрегатами й установками при значних перешкодах і неповній інформації про стан об'єктів [3; 4].

У таких умовах найчастіше неприйнятний традиційний детермінований підхід до побудови та ідентифікації математичних моделей. З одного боку, це обумовлено високою похибкою вимірювання та неповнотою інформації, а з іншого — великою трудомісткістю побудови математичного опису і використання його для отримання практичних результатів з розумними економічними витратами. Надмірними стають витрати машинного часу на пошук оптимальних режимів за детермінованими математичними моделями, що істотно знижує оперативність прийняття рішення.

Об'єктом дослідження є задача ідентифікації на зашумлених вибірках вхідних і вихідних сигналів. У ході досліджень встановлено, що метод найменших квадратів (МНК) дає зміщені результати, що погіршують задачі керування, оптимізації та прогнозування. Зважаючи на неточність отримання результатів ідентифікації моделі методом МНК, **метою дослідження** є підвищення точності оцінки параметрів моделі інтегрованим методом найменших квадратів (ІМНК).

Виклад основних результатів дослідження. Згідно з методом ІМНК, параметри β регресійної моделі:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad (1)$$

є розв'язком системи нормальних рівнянь:

$$A \cdot \beta = B, \quad (2)$$

де A — матриця $n \times n$ з елементами a_{ij} ; B — матриця-стовпчик $n \times 1$ з елементами b_j .

Елементи відповідних матриць A та B визначаються за формулами:

$$a_{ij} = \sum_{l=-m}^m \eta(l) \sum_{k=m}^{N_1} [x_i(k+l)x_j(k) + x_j(k+l)x_i(k)]; \quad (3)$$

$$b_j = \sum_{l=-m}^m \eta(l) \sum_{k=m}^{N_1} [y(k+l)x_j(k) + y(k)x_j(k+l)], \quad (4)$$

де X — матриця вхідних сигналів; Y — матриця вихідних сигналів; $\eta(l)$ — вагова функція.

Вагова функція методу ІМНК має вигляд:

$$\eta(m) = (1 + |m|)^\theta \left(1 - \frac{2\pi|m|}{m_{kp.}} \right), \quad (5)$$

де $\theta \in (\pm\infty)$; $\gamma \in (0; \infty)$; $m_{kp.}$ — максимальне значення зсуву на множині спостережень N .

Для дослідження та демонстрації методу ІМНК згенеруємо множину вхідних і вихідних значень функції:

$$y(t) = \beta_1 x_1(t) + \beta_2 x_2(t) + e_y, \quad (6)$$

де

$$\beta_1 = \beta_2 = 1; t = k \cdot \Delta t \left(k = \overline{1, N} \right); \Delta t = \frac{T}{1000};$$

$$x_1(t) = \sin \omega t + e_{x_1}; x_2(t) = \sin(\omega t + \phi) + e_{x_1};$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \phi \approx 30^\circ; e_{x_1}, e_{x_2}, e_y \text{ — шум.}$$

На вхідні та вихідні сигнали як експеримент накладемо білий шум, прикладом якого є випадкові числа з діапазону $[-1; 1]$ з рівномірним розподілом. Значення функції (6) та впливи на сигнали представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Значення вхідних і вихідних значень функції [6]

№	e_{x_1}	e_{x_2}	e_y	$x_1 + e_{x_1}$	$x_2 + e_{x_2}$	$y + e_y$
1	0,03523	0,43416	0,88429	0,04136	0,93946	1,39572
2	0,91505	-0,32732	-0,26083	0,92727	0,18323	0,26194
3	-0,19748	0,10229	-0,95200	-0,1792	0,61807	-0,4179
4	0,26788	0,39887	0,88018	0,29229	0,91986	1,42557
5	0,62405	0,65983	0,01143	0,65454	1,18601	0,5681
6	-0,75662	-0,62205	-0,86077	-0,72	-0,0907	-0,2928
7	-0,73792	-0,12008	-0,09057	-0,6952	0,41641	0,4886
8	0,15370	0,21820	-0,52428	0,20246	0,75983	0,06611
9	0,35053	-0,90514	-0,50758	0,40537	-0,3584	0,094
10	-0,98164	-0,17513	-0,77603	-0,9207	0,3767	-0,1633
11	-0,62091	0,04270	0,87876	-0,5539	0,59961	1,50267
...
991	0,79511	-0,75669	-0,05716	0,55194	-0,4823	-0,0259
992	0,48254	0,97649	-0,82096	0,24529	1,25674	-0,778
993	-0,79569	0,30183	0,85004	-1,027	0,58793	0,9048
994	0,96817	-0,38296	0,68096	0,74277	-0,091	0,74749
995	0,49488	0,02347	0,53962	0,27542	0,32123	0,61792
996	0,48263	0,79136	-0,52786	0,26912	1,09493	-0,4378
997	0,13110	0,37606	-0,73095	-0,0765	0,68543	-0,6291
998	0,22330	-0,87892	0,10663	0,02171	-0,5638	0,22019
999	-0,45633	-0,31366	-0,13423	-0,6519	0,00727	-0,0089
1000	0,71854	0,44905	-0,41454	0,5289	0,77575	-0,2775

Застосуємо для вибірки (табл. 1) методи ІМНК і МНК для порівняння оцінок параметрів.

Оцінювання параметрів методом ІМНК проводилася за допомогою авторського програмного забезпечення, розробленого за алгоритмом ІМНК. Результати виконання представлено на рис. 1.

m=88	TODO supply a title.html:286
Beta:	TODO supply a title.html:133
0.9944277913963635	TODO supply a title.html:135
1.0037885889910712	TODO supply a title.html:135
..	TODO supply a title.html:139
0.932709185843093	TODO supply a title.html:141
0.9318906372461293	TODO supply a title.html:141
у середнє=-0.017886094083255706	TODO supply a title.html:476
чисельник=1168.295375264418	TODO supply a title.html:482
Знаменник=1.0188124156639358	TODO supply a title.html:502

Рис. 1. Результат оцінювання параметрів β методом ІМНК

Було обрано такі коефіцієнти вагової функції: $\theta = -1, \gamma = 0,1$. На рис. 2 зображено графік вагової функції $\eta(l; \theta; \gamma)$.

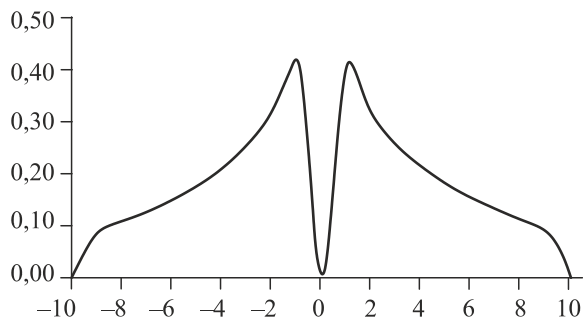


Рис. 2. Графік вагової функції $\eta(l; -1; 0,1)$

У результаті проведених обчислень отримано такі оцінки параметрів за методом ІМНК:

$$\hat{\beta}_1 = 0,994; \hat{\beta}_2 = 1,003.$$

За оцінками параметрів моделі методом ІМНК отримано модель:

$$\hat{y}(t) = 0,994 \cdot x_1(t) + 1,003 \cdot x_2(t).$$

Для застосування методу МНК використаємо додаток Analysis Tools Park середовища MS Excel (рис. 3).

Вывод итогов						
Регрессионная статистика						
Множественный R	0,797200559					
R-квадрат	0,635528731					
Нормированный R-ква	0,634797595					
Стандартная ошибка	0,924220074					
Наблюдения	1000					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	ачимость F	
Регрессия	2	1484,970554	742,485277	869,2346942	3,1E-219	
Остаток	997	851,6201966	0,854182745			
Итого	999	2336,590751				
	Коэффициенты	стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	ижние 95%рхние	
У-пересечение	-0,026322381	0,02923289	-0,900437174	0,368105088	-0,08369	0,0310
Переменная X 1	0,756640018	0,038165377	19,82529945	5,31767E-74	0,681746	0,8315
Переменная X 2	0,744426096	0,037049398	20,09279886	1,16108E-75	0,671722	0,817

Рис. 3. Результат оцінювання параметрів β методом МНК

У результаті застосування методу МНК у середовищі MS Excel отримано такі оцінки моделі:

$$\hat{\beta}_0 = -0,0263; \hat{\beta}_1 = 0,7566; \hat{\beta}_2 = 0,7444.$$

Згідно з розрахунками, на основі методу МНК отримано модель:

$$\hat{y}(t) = -0,02 + 0,75 \cdot x_1(t) + 0,74 \cdot x_2(t).$$

З графіків на рис. 4 видно, що спроектована модель $y_{\text{ІМНК}}$ методом ІМНК більше наближена до y , ніж $y_{\text{МНК}}$.

Проведені дослідження і порівняння результатів оцінки параметрів β за допомогою методів ІМНК та МНК дозволяють зробити висновок, що оцінка параметрів за методом МНК суттєво зміщена від точних результатів.

У табл. 2 наведено результати оцінки параметрів моделі за методом ІМНК залежно від вибору коефіцієнтів вагової функції для вибірки табл. 1. Відомо, що коефіцієнт γ впливає на ширину імпульсу $\eta(m)$, а θ — на асиметрію відносно максимуму.

Таблиця 2. Порівняння оцінок параметрів моделі з урахуванням зміни асиметрії вагової функції відносно максимуму

№	θ	γ	β_1	β_2
1	-2	0,1	1,081	0,930
2	-1,5	0,1	1,036	0,968
3	-1	0,1	0,994	1,003
4	-0,5	0,1	0,964	1,028
5	-0,2	0,1	0,953	1,037
6	-0,1	0,1	0,950	1,040
7	0	0,1	0,947	1,042
8	0,1	0,1	0,945	1,044
9	0,2	0,1	0,942	1,046
10	0,5	0,1	0,936	1,051
11	1	0,1	0,927	1,059
12	1,5	0,1	0,920	1,066
13	2	0,1	0,913	1,073

Порівняльний аналіз значень оцінок параметрів показує, що залежно від зміни коефіцієнта θ оцінки $\hat{\beta}$ змінюються в міру віддалення області вагової функції відносно точки симетрії, тобто залежать від θ .

Висновки

Проведений аналіз оцінок параметрів $\hat{\beta}$ моделі, заданої неточними вхідними і вихідними сигналами об'єкта, методами ІМНК та МНК показав, що метод ІМНК забезпечує більшу точність оцінок параметрів.

Перспективним є використання методу ІМНК і оптимального регулювання вибору коефіцієнтів вагової функції залежно від типу шуму, що діє на сигнали, або від показника якості вирішення головної задачі, для якої задача ідентифікації є допоміжною [5].

Література

1. Самсонов В.В. Нариси з теорії ідентифікації: Монографія / В.В. Самсонов, А.М. Сільвестров. — Київ: НУХТ, 2012. — 222 с.
2. Синеглазов В.М. Теорія ідентифікації: підручник / В.М. Синеглазов, А.М. Сільвестров. — Київ: НАУ, 2015. — 452 с.
3. Демьянов В.Ф. Математические модели систем управления / В.Ф. Демьянов, В.В. Карелин, Л.Н. Полякова. — Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2001. — 80 с.
4. Parrilo P.A. and Ljung L. Initialization of physical parameter estimates. In P. van der Hof, B. Wahlberg, and S. Weiland, editors, Proc. 13th IFAC Symposium on System Identification. — Aug 2003. — Rotterdam: The Netherlands. — P. 1524—1529.
5. Сильвестров А.Н. Идентификация и оптимизация автоматических систем / А.Н. Сильвестров, П.И. Чинаев. — Москва: Энергия, 1983. — 200 с.

ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ПО НЕТОЧНЫМ ВХОДНЫМ И ВЫХОДНЫМ СИГНАЛАМ

Г.И. Кривобока

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты оценки параметров линейной модели по неточным входным и выходным сигналам. Оценка параметров выполнена с помощью интегрированного метода наименьших квадратов, который смягчает влияние внешних воздействий на результаты оценки параметров исследуемой модели. Моделирование оценки параметров интегрированным методом наименьших квадратов выполнено с помощью авторского программного обеспечения, разработанного согласно алгоритму ИМНК. Проведен анализ зависимости точности оценок параметров от выбора коэффициентов весовой функции и сравнение оценок параметров с классическим методом наименьших квадратов.

Ключевые слова: *идентификация, метод наименьших квадратов, интегрированный метод наименьших квадратов, весовая функция, белый шум.*

CREATING CONTROL SYSTEM MODELS FOR DISTILLATION COLUMN

N. Lutska, N. Hrytsenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Model adequacy
Distillation column
Identification
Mathematical model
Control subsystem*

Article history:

Received 08.09.2016
Received in revised form
24.09.2016
Accepted 15.10.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The distillation column was considered as a complex, non-stationary, energy-intensive and multiply object. The topical issue of creating a control system based on modern scientific approaches and automated control system structure has been shown. The developed models of distillation column control subsystem of steam and distiller flow rate loop — column bottom pressure have linear structure that reflects static and dynamic processes of distillation. The evaluation of model parameters was performed according to accepted criteria of quality characterizing the model adequacy of the object by comparing the values of the model and the real system.

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БРАЖНОЇ КОЛОНИ

Н.М. Луцька, Н.Г. Гриценко

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто бражну колону (БК), яка є складним, нестационарним, енергоємним і багатозв'язним об'єктом, тому актуальним завданням є створення системи керування, що ґрунтується на сучасних наукових підходах і структурі автоматизованої системи керування. Розроблено моделі підсистеми керування БК для контуру витрата пари та бражки–тиск низу колони, що мають лінійну структуру, відображають статичку й динаміку процесів брагоректифікації. Оцінку значень параметрів моделі проведено відповідно до прийнятого критерію якості, що характеризує ступінь адекватності моделі об'єкта шляхом порівняння значень моделі та реальної системи.

Ключові слова: адекватність моделі, бражна колона, ідентифікація, математична модель, підсистема керування.

Постановка проблеми. З точки зору системного аналізу, брагоректифікаційні установки (БРУ), що входять до технологічного комплексу (ТК) спиртового заводу, є складними об'єктами керування, яким притаманні енергомісткість, багатозв'язність, нестационарність. Існуючі системи авто-

матизації БРУ, направлені на стабілізацію основних параметрів процесу, не дозволяють у повній мірі своєчасно реагувати на певні технологічні ситуації, які виникають унаслідок змінювання якісних показників сировини та нештатних ситуацій [1]. Актуальним завданням є створення системи керування, яка ґрунтується на сучасних наукових підходах [2] і структурі автоматизованої системи керування, має математичну модель. Для вирішення поставленого завдання необхідно побудувати математичну модель, адекватну технологічному процесу брагоректифікації.

Мета дослідження: на основі технологічних особливостей процесу створити математичну модель бражної колони ТК спиртового заводу для аналізу і синтезу ефективної системи керування обраним об'єктом.

Матеріали і методи дослідження. Для аналізу процесів брагоректифікації обрано триколонну БРУ непрямої дії, яка складається з бражної БК, епіюраційної ЕК та ректифікаційної РК колон, де відбуваються складні фізико-хімічні процеси, що мають стохастичну природу, змінні в просторі і часі, багатозазові та багатоконпонентні потоки, які беруть у них участь. Існуючі моделі [3; 4] не враховують області невизначеності, в якій працює БК, або є занадто складними для використання в контурах керування.

Розглядається БК, що має складну динамічну систему із сильними перехресними зв'язками. Для розробки системи керування БК необхідним є розгляд комплексу математичних моделей, що дозволяють глибше вивчити фізичні закономірності процесу перегонки бражки і встановити ряд важливих властивостей БК як об'єкта керування для покращення якісних і кількісних показників роботи всього ТК.

Результати і обговорення. Якісним показником оптимального режиму роботи БК є вміст спирту в бражному дистиляті, а його втрати з бардою мають становити не більше 0,015 об.% за умови зменшення енерговитрат на перегонку бражки, оскільки БК є найбільш енергоємним об'єктом у БРУ [5].

Властивість багатозв'язності БК проявляється в складному взаємозв'язку керуючих параметрів і вихідних змінних стану. Підтримка необхідного режиму роботи бражної колони потребує врахування узгодженості керування регульовальними змінними, оскільки зміна однієї вхідної величини в більшості випадків призводить до зміни всіх або декількох вихідних змінних [4].

Важливим показником роботи БК є температура у верхній частині колони, яка визначається залежно від завантаження колони бражкою відповідної температури (88 °С). При недостатньому завантаженні температура зростає, залежно від цього зростає витрата пари і, як наслідок, зменшується концентрація спирту в бражному дистиляті [6]. Зміна температури в нижній частині колони відображає зміну допустимих втрат спирту з бардою. Тиск бражної колони характеризується великою безінерційною вихідною змінною, яка змінюється залежно від витрати пари. Відповідно, порушення в перехідному процесі умов матеріального балансу колони по спирту впливає на міцність бражного дистиляту більше, ніж зміни умов масопередачі при зміні парового потоку, а інерційність колони визначається кількістю бражки на тарілках. Витрата охолоджувальної води найбільше впливає на температуру конденсатора і на температуру охолоджувальної води після горизонтального конденсатора.

З проведеного аналізу випливає, що для входів витрата пари, витрата бражки і витрата охолоджувальної води характерні такі виходи: тиск у нижній частині колони, температура у верхній частині колони і температура охолоджувальної води після конденсатора.

На початковому етапі розробки системи керування БК необхідним є розгляд комплексу математичних моделей, які відображають статику та динаміку процесів брагоректифікації шляхом комп'ютерного експерименту. Отримання математичної моделі полягає у вирішенні задачі ідентифікації, тобто описі властивостей об'єкта керування за допомогою математичних залежностей, а також оцінці адекватності отриманої моделі [7].

У дослідженнях використовується набір експериментальних даних зміни витрати пари, витрати бражки й тиску в нижній частині колони, які отримані на Червонослобідському спиртзаводі за нормальних умов роботи. Параметрична схема підсистеми керування тиском у нижній частині БК представлена на рис. 1.

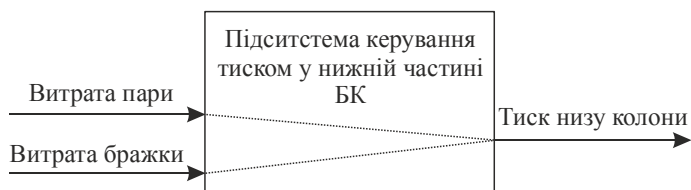


Рис. 1. Параметрична схема підсистеми БК

В умовах нестационарності сигналів і наявності в них вимушеного шумового фону (промислового, транспортного тощо) для фільтрації часових рядів БК використовується вейвлет-перетворення. Результати моделювання представлені на рис. 2.

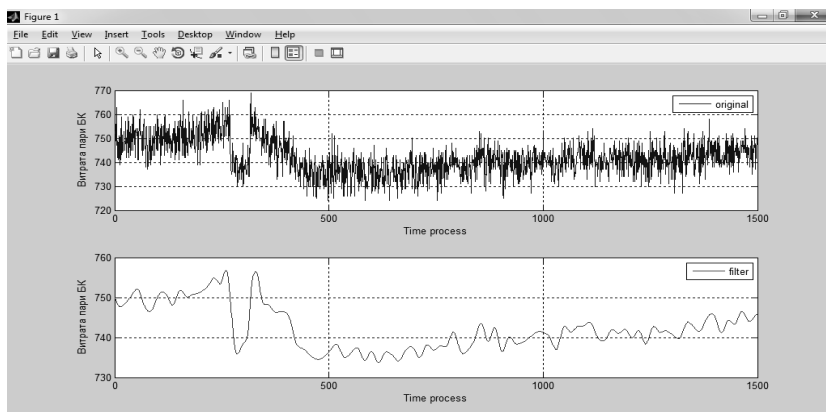


Рис. 2. Тренд витрати пари (експериментальний і фільтрований)

Для вирішення задачі ідентифікації математичної моделі БК використовується пакет System Identification Toolbox, за допомогою якого за часовими вхідними та вихідним експериментальними даними можна описати

поведінку динамічної системи в різних формах, визначити відповідну структуру і порядок моделі, виконати оцінку її параметрів, а також перевірити модель на адекватність. Структура моделі в координатах стану має такий вигляд:

mn4sid =

Discrete — time identified state — space model:

$$x(t + T_s) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t) + K \cdot e(t);$$

$$y(t) = C \cdot x(t) + D \cdot u(t) + e(t),$$

де y — вектор виходів; x — вектор координат стану; u — вектор входів; e — збурення; t — час з дискретністю T_s ; A, B, C, D, K — матриці.

$$A = \begin{bmatrix} 0.8949 & -0.07088 & -0.2216 & 0.3301 & 0.1489 \\ 0.01315 & 0.8142 & -0.522 & -0.3146 & 0.08852 \\ -0.01889 & 0.5721 & 0.5895 & 0.5819 & -0.005276 \\ -0.08666 & 0.03232 & -0.4622 & 0.3815 & -0.5961 \\ 0.03761 & 0.04441 & -0.01585 & -0.04694 & -0.4301 \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} 0.000568 & 0.03302 \\ 0.001911 & 0.009121 \\ -0.0003664 & -0.02353 \\ -0.005518 & -0.1553 \\ -0.01993 & -0.333 \end{bmatrix};$$

$$C = [0.07929 \quad -0.0001643 \quad -0.002165 \quad -0.005033 \quad -0.0002269];$$

$$D = [0 \quad 0];$$

$$K = \begin{bmatrix} 11.99 \\ -0.4827 \\ 1.642 \\ 3.281 \\ -2.325 \end{bmatrix}.$$

За нормальних умов роботи БК можна розглядати як стаціонарну і описувати її у вигляді лінійної багатовимірної моделі. В таблиці наведені порівняльні характеристики лінійних моделей, що найкраще описують поведінку системи: ARMAX — авторегресійна модель ковзного середнього; N4SID — модель у просторі змінних стану, метод ідентифікації якої базується на підпросторах; BJ — поліноміальна модель Боба-Дженкінса [8]. Оцінка значень параметрів моделі проводиться відповідно до прийнятого критерію якості, що характеризує ступінь адекватності моделі об'єкта шляхом порівняння значень моделі та реальної системи на одну і ту ж експери-

ментальну дію: FPE — кінцева помилка прогнозу моделі; MSE — середньо-квадратична похибка; NRMSE — нормалізована середньо-квадратична похибка.

Таблиця. Порівняльні характеристики лінійних моделей

Назва моделі	Кількість знайдених параметрів	Похибки		
		FPE	MSE	NRMSE
ARMAX	9	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$	89,7 %
N4SID	45	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	94,9 %
VJ	16	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-6}$	87,9 %

Тренди експериментальних даних і розроблених моделей представлені на рис. 3 і 4. Варто зазначити, що найкраще відтворює процес N4SID-модель, однак зі збільшенням вибірки різниця між алгоритмами зникає.

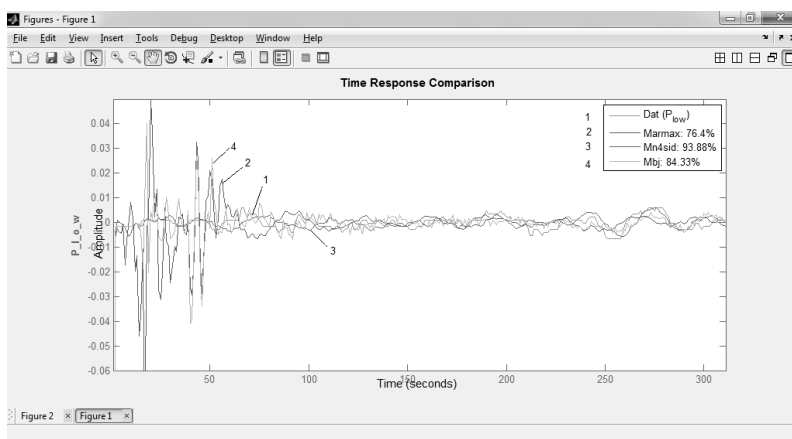


Рис. 3. Тренд експериментальних даних і розроблених моделей (у відхиленнях)

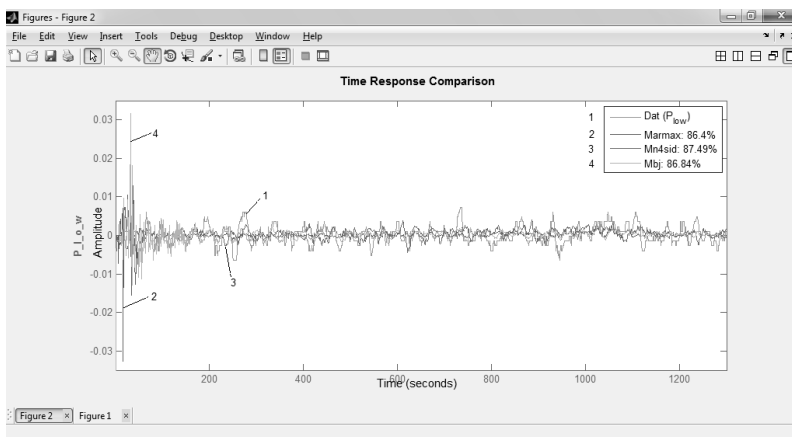


Рис. 4. Тренд експериментальних даних і розроблених моделей (у відхиленнях)

Висновки

Математична модель бражної колони брагоректифікаційної установки характеризується високим порядком i , хоча наявна багатозв'язність технологічних змінних процесу, побудову моделі необхідно виконувати для кожної підсистеми окремо. Розроблені моделі підсистеми керування для контуру витрата пари та бражки–тиск низу колони, що мають лінійну структуру, виявилися адекватними. Далі передбачається їх використання в адаптивній системі керування, що підвищить якість керування, а також для оперативного аналізу якості та продуктивності всього ТК.

Література

1. Гриценко Н.Г. Сучасні методи керування брагоректифікаційними установками / Н.Г. Гриценко, А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, Я.В. Смітюх, Р.Г. Кириленко // Енергетика і автоматика. — 2016. — № 3. — С. 68—78.
2. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління: навч.посіб. / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Івашук. — Київ: НУХТ, 2010. — 196 с.
3. Мандельштейн М.Л. Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации [Текст] / М.Л. Мандельштейн. — Москва: Пищевая промышленность, 1975. — 240 с.
4. Смітюх Я.В. Автоматизоване управління брагоректифікаційною установкою на основі сценарного підходу: дис. на здобуття наук. ступеня к.т.н.: спец. 05.13.07 «Автоматизація процесів керування» / Я.В. Смітюх. — Київ, 2007. — 282 с.
5. Марченко В.О. Технологія спирту [Текст] / В.О. Марченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; за ред. проф. В.О. Маринченка. — Вінниця: «Поділля-2000», 2003. — 496 с.
6. Яровенко В.Л. Технологія спирта [Текст] / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов і др. — Москва: Колос, «Колос-Пресс», 2002. — 465 с.
7. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами [Текст] монографія / Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2015. — 288 с.
8. Ljung L. System Identification: Theory for the User, Appendix 4A, Second Edition. — Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 1999. — 609 p.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БРАЖНОЙ КОЛОННОЙ

Н.Н. Луцкая, Н.Г. Гриценко

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрена бражная колонна (БК), которая является сложным, нестационарным, энергоемким и многосвязным объектом, поэтому актуальной задачей является создание системы управления, основанной на современных научных подходах и структуре автоматизированной системы управления. Разработанные модели подсистемы управления БК для контура расход пара и бражки–давление снизу колонны имеют линейную структуру, отражают статику и динамику процессов брагоректификации. Оценка значений параметров модели производится в соответствии с принятым критерием качества, который характеризует степень адекватности модели объекта путем сравнения значений модели и реальной системы.

Ключевые слова: адекватность модели, бражная колонна, идентификация, математическая модель, подсистема управления.

УДК 621.3.079

APPLICATION OF FUZZY PETRI NETS FOR THE FORMATION OF EDUCATIONAL SAMPLES OF NEURAL NETWORKS SYNTHESIS

V. Kozyrskyy, V. Momotyuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

N. Zaiets

National University of Food Technologies

Key words:

Bakery production

Energy efficiency

Control system

Neural network

Fuzzy Petri nets

Article history:

Received 02.09.2016

Received in revised form
28.09.2016

Accepted 20.10.2016

Corresponding author:

N. Zaiets

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The article analyzes the specifics of functioning of optimal (efficient) control systems and estimates the complexity of such systems for baking industries. Justification of feasibility of using neural networks when building a control system for grain production has confirmed the need for a separate unit to create optimal (efficient) samples, which are the base for neural networks synthesis. An algorithm and structure of the control system for baking bread as one of the most energy intensive processes are proposed. Testing of the developed approach was conducted based on mathematical models (in the form of differential equations and neural networks), which singled out the ways for further research.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МЕРЕЖ ПЕТРІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВИБІРОК СИНТЕЗУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

В.В. Козирський, В.В. Момотюк

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Н.А. Заєць

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано специфіку функціонування оптимальних (ефективних) систем управління, оцінено складність побудови таких систем на хлібопекарських виробництвах. Обґрунтування доцільності використання нейронних мереж при побудові системи керування на хлібному виробництві підтвердило необхідність створення окремого блоку оптимальних (ефективних) вибірок, на основі яких синтезуються нейронні мережі. Сформовано алгоритм і структуру системи керування процесом випічки хліба як одного з найбільш енергозатратних. На основі математичних моделей (у вигляді диференціальних рівнянь і нейронної мережі) проведено апробацію розробленого підходу, яка довела його перспективність.

Ключові слова: хлібопекарське виробництво, енергоефективність, система керування, нейронна мережа, нечітка мережа Петрі.

Постановка проблеми. З огляду на класичну теорію автоматичного управління, алгоритм роботи оптимальної (ефективної) системи управління визначається такими блоками інформації [1; 2]: характеристиками об'єкта управління; характером інформації надходить на керуючий пристрій про об'єкт; технологічними вимогами до об'єкта управління.

При цьому технологічні процеси хлібопекарського виробництва є дуже складними з точки зору оптимізації показників якості, витрат та продуктивності і утворюють сукупність окремих, головним чином послідовних операцій; ефект кожної операції визначається не лише даною операцією, але й результатом впливу на продукт попередньої та наступної операцій. З наведеного вище очевидно, що тільки технологічні вимоги до об'єкта управління залишаються відносно сталими [3]; блоки інформації в процесі функціонування можуть кардинально неконтрольовано змінювати свої значення і структуру.

Отже, доцільним буде створення автоматизованої системи управління (АСУ) із застосуванням нейронних мереж (НМ). Однак існує суттєва проблема функціонування нейромереж — формування оптимальної (ефективної) навчальної вибірки, оскільки набори даних можуть не відповідати критерію оптимальності (ефективності). Для отримання необхідного результату, як правило, проводяться повторні експериментальні дослідження, що підвищують вартість робіт і збільшують термін отримання ефективної АСУ, тому розробка теоретичних підходів до адаптивного формування навчальної вибірки з метою подальшого синтезу НМ є актуальним завданням.

Серед математичних апаратів, здатних вирішувати поставлене завдання, варто використовувати нечіткі мережі Петрі [1]. Переваги їх застосування для формування навчальної вибірки [2]: здатність в поданні паралельних асинхронних систем; здатність імітаційного моделювання локального управління, паралельних, конфліктних, недетермінованих і асинхронних подій; графічне представлення мережі; зрозумілість моделі і легкість її вивчення й аналізу; можливість опису системи на різних рівнях абстракції.

Технологічно обґрунтована нечітка мережа Петрі (НМП), отримавши набір даних, оцінює його оптимальність (ефективність) [1] з точки зору технології, проводить моделювання й оцінку якості виробничих процесів.

Мета дослідження: розробити й апробувати методологію використання нечітких мереж Петрі для формування навчальних вибірок з подальшим синтезом ефективних нейронних мереж системи управління.

Виклад основних результатів дослідження. На основі системного аналізу виробництва та специфіки технологічних процесів розроблено узагальнену структурну схему системи управління випічкою хліба (рис. 1).

У результаті енергоаудиту підприємства визначено, що хлібопекарські печі є найбільшими споживачами електроенергії в хлібопекарській промисловості (більше 15%) [1], саме тому подальші дослідження будуть базуватись на синтезі системи керування цим обладнанням із використанням запропонованого підходу.

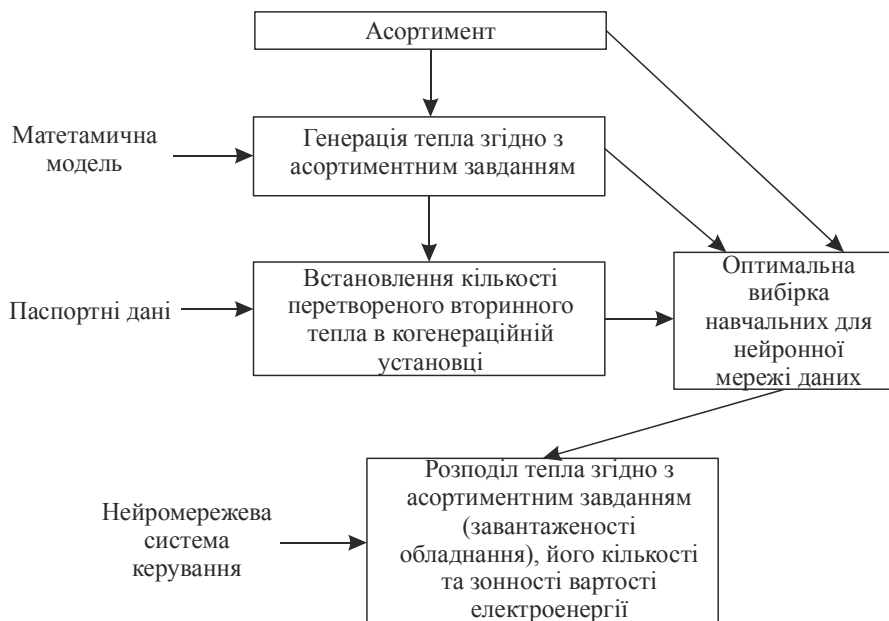


Рис. 1. Узагальнена структура енергоефективного управління процесом випічки хліба

Загалом хлібопекарську піч можна представити як багатопараметричний однозмінний об’єкт, який характеризується рядом технологічних і тепло-технічних величин (рис. 2). Можна виділити дві ємкості: перша ємкість — ємкість топки, друга — ємкість камери випікання.

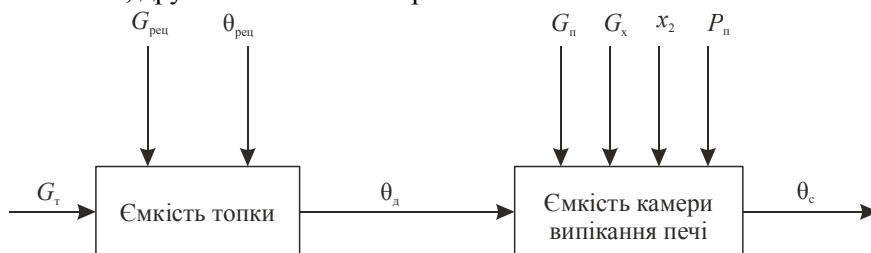


Рис. 2. Параметрична схема хлібопекарської печі за температурою

Проведемо аналітичний розрахунок статичних і динамічних характеристик для ємкості топки. В усталеному режимі робота топки описується рівнянням теплового балансу:

$$Q_{п} - Q_{с} = 0, \tag{1}$$

де $Q_{п}$ — потужність теплового потоку, що надходить в топку, кВт; $Q_{с}$ — потужність теплового потоку, що виходить з топки, кВт.

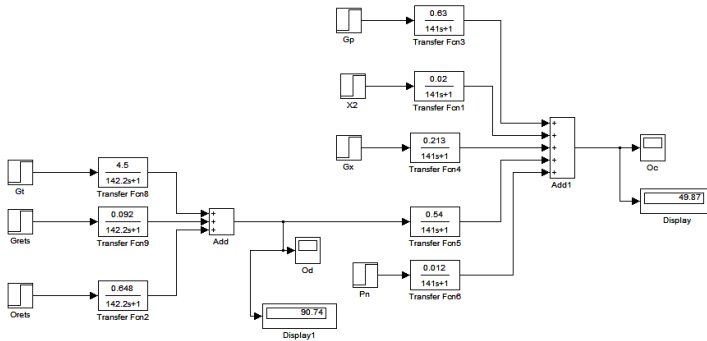
У свою чергу

$$Q_{п} = Q_{x} + Q_{ф} + Q_{в} + Q_{реп}, \tag{2}$$

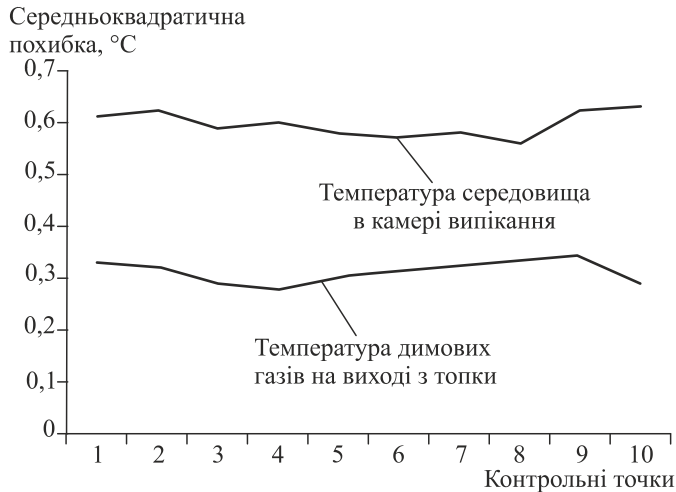
де $Q_{x} = G_{т} \cdot Q_{H}^p$ — потужність теплового потоку, що надходить в топку за рахунок хімічної теплоти палива, кВт; $Q_{ф} = G_{т} \cdot C_{т} \cdot \theta_{т}$ — потужність теплового

поток, що надходить в топку за рахунок фізичної теплоти палива, кВт; $Q_B = G_T \alpha V_0 C_B \theta_B$ — потужність теплового потоку, що надходить в топку з повітрям, кВт; $Q_{\text{рец}} = G_{\text{рец}} \cdot C_{\text{рец}} \cdot \theta_{\text{рец}}$ — потужність теплового потоку, що надходить в топку з рециркуляційними газами, кВт.

Аналітичні розрахунки і дані пасивного експерименту з реального підприємства підтвердили адекватність імітаційної моделі (рис. 3) та можливість її подальшого використання при створенні навчальних вибірок для нейромереж (середньоквадратична похибка не перевищує 1 °С).



А)



Б)

Рис. 3. Імітаційне моделювання процесів у хлібопекарській печі: А — структура моделі; Б — оцінка адекватності моделі

Виходячи з аналізу виробничих параметрів [5], структура НМ керування піччю включатиме дані про такі параметри:

вхідні:

- вихід вторинного тепла з печі згідно з даними математичної моделі (вихід когенераційної установки прийматимемо на основі паспортних характеристик);
- вартість електроенергії згідно із зонним тарифом;

- асортиментне завдання.

вихідні:

- оптимальні затрати енергії (мінімізація вартості) технологічними вузлами для виконання всього спектра асортиментного завдання.

Одним із найскладніших завдань створення навчальної вибірки для нейромережі є формування оптимальних значень для технологічної карти [3]. Для цього використаємо нечіткі мережі Петрі та результати пасивного експерименту на підприємстві, створивши на основі останніх відповідну нейромережу (рис. 4).

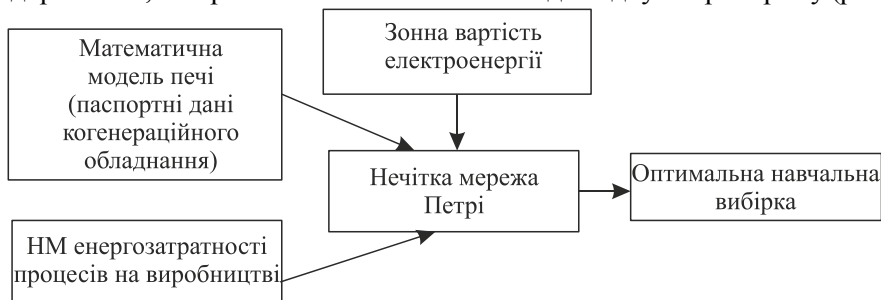


Рис. 4. Структура формування навчальної вибірки з використанням нечітких мереж Петрі

Нечітка мережа Петрі функціонуватиме в контексті поставленого завдання таким чином:

1. Створюється структурна модель системи у вигляді нечіткої мережі Петрі.
2. Задаються значення асортименту.
3. Вираховується із використанням НМ енергозатратність на виготовлення даного асортименту для всіх ключових енергоспоживаючих елементів.
4. Вираховується кількість вторинного тепла, яку ефективно використає когенераційна установка, — вихід когенераційної установки (згідно з паспортними даними).
5. Встановлюється дія зонного тарифу (погодинно).
6. Із використанням нечіткої мережі Петрі оптимізується розподіл вторинного тепла й енергонавантаження на окремі технологічні вузли. Даний процес являє собою ітераційне наближення.

При синтезі НМ оцінки енергозатратності застосували дані пасивного експерименту (8 блоків) та математичний апарат багатозварового перцептрона, оскільки його архітектура й алгоритми навчання достатньо апробовані [2]. Отримана НМ відповідає вимогам адекватності та буде застосовуватись при подальших дослідженнях (рис. 5).

На основі вхідних даних (рис. 1) та встановленої концепції (рис. 4), будували НМП, узагальнене маркування якої — це п'ятірка компонентів (P, T, I, O, m_0) , де: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ — кінцева множина позицій МП; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ — кінцева множина переходів МП; I — вхідна функція переходів, що визначається як відображення $I: P \times T \rightarrow N_0$; O — вихідна функція переходів, що визначається як відображення $O: T \times P \rightarrow N_0$; $m_0 = (m_1^0, m_2^0, \dots, m_n^0)$ — вектор початкового маркування МП, при цьому $m_i^0 \in N_0$ і m_i^0 — компонент вектора початкового маркування МП, що відповідає позиції $p_n \in P$ (через N_0 позначається множина натуральних чисел і нуль тобто $N_0 = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$).



Рис. 5. Якість навчання нейронної мережі оцінці технологічних параметрів процесу випічки хліба



Рис. 6. Порівняння якості функціонування нейромережі з навчальними вибірками, сформованими нечіткою мережею Петрі та без її застосування

Спочатку навчальна вибірка створювалась без використання НМП, набори даних вибирались випадковим чином для того, щоб відносно рівномірно заповнити всю площину проблемної області. Потім, згідно з рис. 4, застосували НМП.

Програмна реалізація НМП, здійснена на основі авторського програмного продукту на мові програмування «С++», продемонструвала вірний тренд розробленого підходу — усереднена якість функціонування НМ по 10 блоках даних покращилась на 12,3% (рис. 6).

Необхідно підкреслити, що при використанні всіх 10 навчальних блоків спостерігався ефект покращення навчання НМ (рис. 6).

Висновки

Запропонований підхід до формування навчальної вибірки для створення нейромережі керування на основі використання нечітких мереж Петрі, апробований на прикладі процесу випічки хліба на хлібокомбінаті, пришвидшує процес ефективного пошуку. Напрямок подальших досліджень потрібно скерувати на візуалізацію програмної реалізації нечітких мереж Петрі, що полегшить процес дослідження предметної області.

Література

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.
2. Штепа В.М. Оцінка енергетичних характеристик процесів очищення стічних вод агропромислових підприємств електротехнічними комплексами / В.М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — Київ: НУБіПУ, 2014. — Вип. 194. — Частина 3. — С. 259—265.
3. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. — Київ: Логос, 2002. — 365 с.
4. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. — Київ: Руслана, 1998. — 415 с.
5. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. — Москва: ЛПИХП, 1984. — 405 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК СИНТЕЗА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В.В. Козырский, В.В. Момотюк

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Н.А. Заец

Национальный университет пищевых технологий

В статье проанализирована специфика функционирования оптимальных (эффективных) систем управления, а также дана оценка сложности построения таких систем на хлебопекарных производствах. Обоснование целесообразности использования нейронных сетей при построении системы управления на хлебном производстве подтвердило необходимость создания отдельного блока и оптимальных (эффективных) выборок, на основе которых синтезируются нейронные сети. Сформирован алгоритм и структура системы управления процессом выпечки хлеба как одного из наиболее энергозатратных процессов. На основе математических моделей (в виде дифференциальных уравнений и нейронной сети) проведена апробация разработанного подхода, которая доказала его перспективность.

Ключевые слова: хлебопекарное производство, энергоэффективность, система управления, нейронная сеть, нечеткая сеть Петри.

УДК 681.518:663

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED INTELLIGENT CONTROL FOR ALCOHOL PRODUCTION PROCESS

D. Stecenko, A. Ladanyuk, Y. Smityuh

National University of Food Technologies

T. Savchenko

Kyiv National University of Trade and Economics

Key words:

*Grout ratification installation
Intelligent systems
Laboratory information processing systems
Automated control system*

Article history:

Received 20.09.2016
Received in revised form
01.10.2016
Accepted 17.10.2016

Corresponding author:

D. Stecenko

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The development of the automated control system (ACS) for grout ratification installation (GRI) was described in the article. Modern analysis and synthesis methods, which are the fundamental basis for the systematic approach, have been considered. The basis for creating such type of system is the concept of building intelligent subsystems of information processing. The particular attention was paid to using modern methods and tools in information processing and analysis, such as laboratory information collection systems that can be integrated into the control system environment.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ

Д.О. Стеценко, А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх

Національний університет харчових технологій

Т.В. Савченко

Київський національний торговельно-економічний університет

У статті розглянуто створення системи автоматизованого керування (САК) брагоректифікаційною установкою (БРУ). Основними є сучасні методи аналізу та синтезу, в яких фундаментальну основу складає системний підхід. Основою для створення системи такого типу є концепція побудови інтелектуальних підсистем обробки інформації. Особлива увага звертається на актуальні методи та способи використання сучасних інструментальних засобів обробки й аналізу інформації, такі як лабораторні системи збору інформації, що можуть бути інтегровані в середовище системи керування.

Ключові слова: брагоректифікаційна установка, система автоматизованого керування, лабораторні системи обробки інформації, інтелектуальні системи.

Постановка проблеми. Технологічні комплекси харчової галузі, в тому числі і спиртової, відносяться до складних організаційно-технічних систем. До основних характерних ознак таких систем відносять багатомірність, багатозв'язність і нелінійність [1]. Багатомірність і багатозв'язність об'єкта керування (ОК), такого як БРУ, призводить до неможливості практичного синтезу ефективної структури САК відомими традиційними методами.

Існуючі розробки та приклади використання в промисловості не дають достатньо високої ефективності з точки зору сучасних вимог і стандартів щодо якості етилового спирту й енергоефективності. Це зумовлено несвоечасністю прийняття рішень у складних нештатних ситуаціях і неможливістю комплексного аналізу лабораторної та виробничої інформації внаслідок недостатньо досконалого програмно-технічного й алгоритмічного забезпечення. Такі обмеження спричиняють достатньо високу складність у дотриманні основних критеріїв функціонування [2].

Вирішити коло таких питань можливо за рахунок існуючих парадигм у синтезі САК процесами БРУ. Поряд з цим необхідно використовувати сучасні підходи в галузі створення інтелектуальних систем і програмно-технічні рішення, що дозволять реалізувати вирішення множини задач, які формуватимуть основний функціонал майбутньої системи. Така розробка надасть можливість підвищити ефективність прийняття рішень щодо керування.

Метою статті є синтез САК БРУ на основі методів розробки інтелектуальних систем керування. Передбачається розкриття змісту основних складових — підсистем, які, у свою чергу, формують функціональну структуру. При цьому враховується особливість БРУ як складного об'єкта керування.

Виклад основних результатів дослідження. Синтез системи керування БРУ полягає в реалізації рішень між окремими підсистемами, що входять до загальної структури, враховуючи цілеспрямованість при досягненні поставлених цілей і використанні інтелектуальних алгоритмів керування.

При синтезі структури САК БРУ виділяють такі вихідні дані [2]:

- множину характеристик (особливостей) об'єкта F ;
- вимог до системи управління D , перелік складових яких може змінюватись і доповнюватись у процесі розв'язання задач синтезу.

При цьому множина системотехнічних характеристик системи управління БРУ знаходиться як системотехнічне відображення S :

$$D \times F \rightarrow S, \quad D = \bigcup_i D_i, \quad F = \bigcup_i F_i. \quad (1)$$

Так визначаються просторово-топологічна, функціональна, інформаційна й алгоритмічна структури системи, її місце в загальній САК, інформаційна потужність, розподіл функціональних задач між технічними засобами і персоналом, між апаратними та програмними засобами, методи підвищення надійності.

Основні процедури системотехнічного синтезу САК БРУ можна сформулювати так: загальний критерій, наприклад, мінімум сумарної довжини ліній зв'язку в системі, доповнюється обмеженнями:

$$\min Z = \sum_{i,j \in I} Z(i, j); \tag{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho \geq 2; \\ S^T \leq S_{\text{доп}}^T; \\ Z(i, j) \leq Z(i, j)_{\text{доп}}; \\ v \geq v_{\text{доп}}; \\ R_q \leq R_{q \text{ max}}; q \in V, B, \end{array} \right. \tag{3}$$

де ρ — кількість модулів підсистем; S^T — вартість програмно-технічних засобів; $Z(i, j)$ — довжина лінії зв'язку між i -тим та j -тим елементами; v — структурна живучість; R_q — завантаження q -го елемента системи; V — функціональні елементи; B — зв'язки між ними.

Передбачається, що структура оптимальна, коли:

- реалізує набір формалізованих функцій F , які забезпечують досягнення системою заданої мети $Q_{\text{БРУ}}$;

- сукупність показників якості E — найкращий із можливих і його не можна покращити.

Така структура надасть можливість забезпечувати функціональні можливості системи та необхідні показники якості її функціонування. Вид структури (централізована, розподілена) визначається оцінкою якості можливих варіантів.

Задача побудови системи автоматизованого керування БРУ має велику розмірність, яку можна дещо скоротити за рахунок зведення задачі синтезу структури САК до m задач синтезу структури функціональних підсистем та їх наступного агрегування в систему.

Для вирішення задачі слід виділити такі етапи:

1) визначити необхідний перелік програмно-технічних засобів;

2) визначити структуру функціональних підсистем САК БРУ;

3) визначити структуру системи на основі відомих підсистем і технологій їх побудови.

При розробці структури системи такого типу застосовуються, як правило, два способи формування локальних функціональних підсистем: за часовою ознакою (фазами керування та за функціональною). При цьому використовуються такі критерії розбивки, як мінімальне число інформаційних зв'язків (об'єм інформаційних потоків) між підсистемами.

При формуванні функціональних підсистем за часовою ознакою передбачається розділення загального процесу на збір інформації, обробку інформації інтелектуальними методами, а також оперативне керування. Склад виділених підсистем та взаємозв'язки між ними визначаються цілями й критеріями, а також існуючими обмеженнями на ресурси керування БРУ. Окрім того, доцільно було б розділити підсистеми БРУ на ряд ситуаційних зон, керування якими дозволяє отримати рішення поставленої задачі. Такий підхід дозволить здійснити декомпозицію загальної задачі керування.

Основними поняттями ефективності роботи структури керування БРУ у випадках різних виробничих ситуацій є дієвість, гнучкість і динамічність,

тобто структура повинна забезпечувати мінімум часу відгуку на ситуацію будь-якої складності. Такі функції забезпечує модуль розпізнавання аналізу ситуацій, реалізований у вигляді підсистеми системи автоматизованого керування БРУ. До основних функцій входить: виявлення тенденцій розвитку ситуацій на основі аналізу (статистичного), розрахунок часу та ресурсів, необхідних для їх ліквідації, а також координації роботи підсистем.

Якісне і своєчасне прийняття рішень при управлінні БРУ пов'язано із застосуванням ефективних програмних і апаратних засобів автоматизації та впровадженням підсистем підтримки прийняття рішень щодо керування. Генерація рекомендацій і керувань виникає на основі знань, що накопичені спеціалістами — експертами з управління БРУ, із застосуванням інтелектуальних алгоритмів обробки даних.

Інтелектуалізація процесів обробки інформації в САК насамперед пов'язана із застосуванням методів і засобів інженерії знань, що являють собою програмно-апаратні комплекси, які використовують експертні знання для розв'язку неформалізованих задач у вузькій предметній області.

Із зростанням складності систем керування і кількості інформації людська здатність робити точні і змістовні висновки про хід процесу зменшується [5]. В деяких випадках складність об'єкта управління не дозволяє людині приймати правильне і своєчасне рішення, тому об'єкт умовно розподіляють на підоб'єкти, що виконують закінчені технологічні операції. Число операторів, які управляють процесом, при цьому збільшується, що відображається, відповідно, у структурі САК.

При побудові ефективної структури системи автоматизованого керування пропонується використання підходів для створення інтегрованих багаторівневих САК [2; 3]. Для реалізації такого підходу пропонується використання спеціальних програмних засобів програмного сімейства Proficy. Такі засоби дозволяють забезпечити організацію отримання інформації з нижніх рівнів, а саме: SCADA — вузлів на базі системи Proficy FIX та передачу її на рівень інформаційного аналізу й прийняття узгоджених рішень на рівні аналізу виробничих процесів.

Як єдину базу даних збору виробничої інформації для їх передачі на верхній рівень використовуємо архів виробничої інформації Proficy Historian, що дозволяє здійснювати архівування та накопичувати інформацію з урахуванням вимог щодо реального часу. У свою чергу, для збору лабораторних даних пропонується використати систему LIMS I-LDS, що є інформаційним ядром контролю якості. Така система дозволяє:

- поліпшити контроль якості, забезпечуючи одноманітність виконання функцій співробітниками ІІ;
- гарантувати своєчасне надання керівництву коректної інформації про якість роботи лабораторії, отримання в режимі реального часу інтегрованих даних у диспетчерські системи і системи планування ресурсів підприємства;
- підвищувати ефективність роботи співробітників, оптимізувати бізнес-процеси за рахунок планування її діяльності і раціонального використання ресурсів (персоналу, приладів, обладнання, реагентів і стандартних зразків);

- скорочувати час виконання випробувань, автоматизуючи розрахунок методик вимірювання, формування звітності та складання документів про якість спирту.

ЛІМС — це не тільки автоматизація повсякденної роботи лабораторії, а й підтримка виробництва, системи якості, взаємовідносин з регулюючими організаціями, постачальниками. Аналітична система I-LDS дозволяє інтегрування з різними корпоративними системами (MES, ERP) в реальному часі. Інтеграція даних надає можливість проводити спільний аналіз залежностей якості продукції від технологічних режимів, сировини від постачальника, якості товарної продукції, претензій покупців стосовно партій.

Аналітична система I-LDS — веб-рішення, яке є складовою комплексу систем управління підприємством, що дозволяє оперативно формувати аналітичну звітність за будь-які тимчасові інтервали. Сховище даних аналітичної системи — це окрема база даних, яка складається з однієї або декількох оперативних баз даних (ОБД) I-LDS (рис. 1).

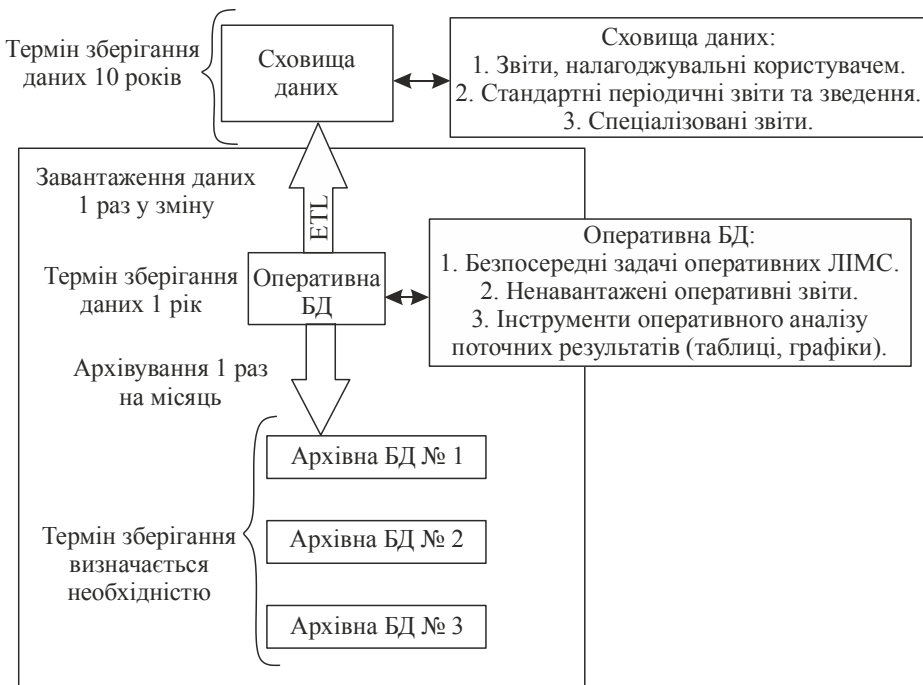


Рис. 1. Структура аналітичної ЛІМС I-LDS

Вивантаження даних з БД у сховище здійснюється за певним регламентом з використанням механізму ETL (від англ. Extract, Transform, Load — дослівно «витяг, перетворення, завантаження»), що включає в себе вилучення даних з оперативної БД; трансформацію й очищення (дані повинні відповідати потребам бізнес-моделі); завантаження даних у сховище даних. Зібрані в сховище дані служать для формування аналітичних звітів і дозволяють розвантажити ОБД I-LDS від ресурсномістких завдань аналітичної звітності.

Реалізація аналітичної системи як веб-додатка дає змогу організувати робочі місця без установки додаткового ПЗ на комп'ютери користувачів (досить одного браузера Internet Explorer версії 9 і вище). Користувачі можуть формувати налаштовані заздалегідь звіти, створювати звіти відповідно до своїх вимог, використовуючи вбудований в аналітичну систему дизайнер, зберігати отримані результати у вигляді документів у різних форматах: XLS, HTML, PDF.

Побудова такої інформаційної вертикалі виробництва має на меті організацію координаційного рівня, який задовольняє вимоги щодо узгодження всіх ділянок виробництва спирту та прийняття своєчасних рішень. Такою інформаційною вертикаллю є багаторівнева система керування, архітектура якої включає єдиний архів виробничої інформації, програмне забезпечення аналізу оперативних показників.

Для побудови відповідної інформаційної вертикалі, отримання інформації від БРУ та лабораторії, передачу її на верхній рівень використовують відповідні програмно-технічні інтерфейси. Враховуючи реалізованість нижнього рівня САК БРУ, головним завданням є побудова верхнього рівня — системи інтелектуального аналізу й керування.

З нижнього рівня АСУ ТП, а саме: рівня SCADA — системи FIX, інформація через програмні інтерфейси OPC-колектори надходить на верхній рівень — рівень єдиного архіву Historian, де здійснюється її поточне архівування в базу даних, яка складається з таблиць. Дані лабораторних аналізів надходять у систему архівування через робочі станції й обробляються в модулі LIMS.

Єдиним інтерфейсом, що дозволяє здійснити отримання інформації в сторонні програми з середовища-архіву Historian, є його інтегрована підсистема Excel Add in, тобто даний інтерфейс дозволяє відтворювати інформацію на рівні таблиць Excel, а далі через програмні інтерфейси Excel здійснювати передачу на верхній рівень — інтелектуальну систему автоматизованого управління БРУ. У свою чергу, здійснюється передача обробленої інформації на рівень виробничого аналізу MES рівень — рівень керування виробництвом. Опрацьована інформація через програмні інтерфейси надходить на рівень SCADA — системи.

Для відтворення інформації на верхньому рівні на рівні Web реалізована система верхнього рівня Proficy Real Time Information Portal (RTIP) (рис. 2).

При розробці САК БРУ слід врахувати багаторівневність системи управління й задач на кожному з рівнів управління.

Враховуючи особливості процесу брагоректифікації, були сформовані база знань і база інтелектуальних алгоритмів керування, а також визначені режими роботи САК, яка забезпечує такі функціональні можливості [4; 5]:

- розпізнавання аварійних і режимних ситуацій;
- реєстрація режимних змінних;
- навчання в режимі роботи САК БРУ;
- аналіз ситуації та видача рекомендацій щодо прийняття рішення у виробничій ситуації;

- режим коректування і заповнення бази знань [6; 7], бази даних і списку навчання;
- режим прогнозування вирішення ситуацій в умовах невизначеності;
- режим імітаційного функціонування.

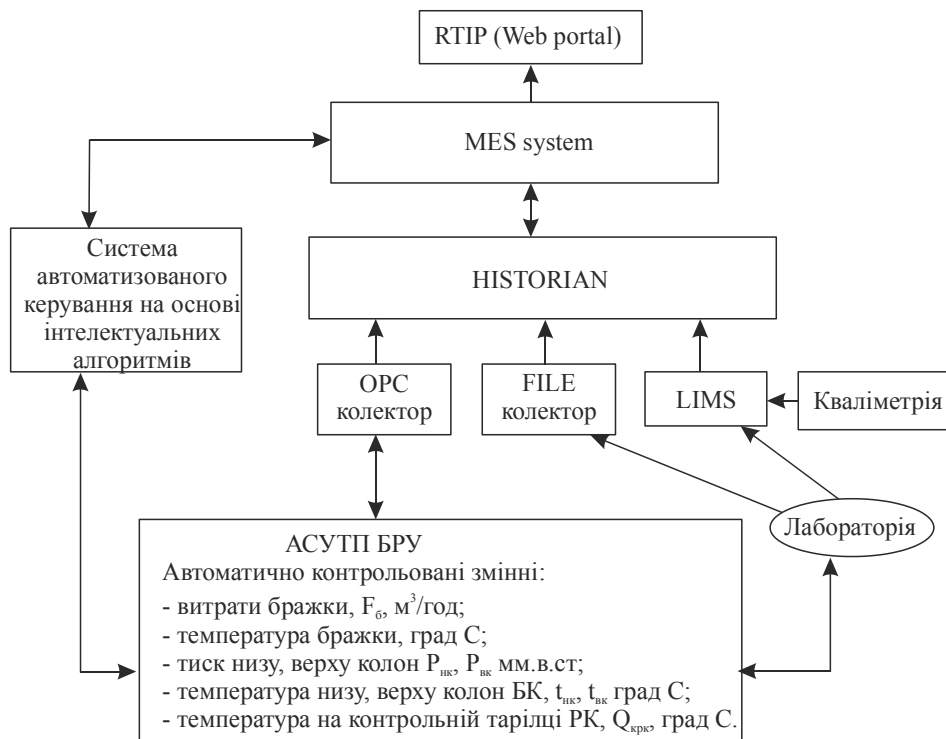


Рис. 2. Інформаційна вертикаль системи автоматизованого керування БРУ

Структура САК БРУ наведена на рис. 3.

У режимі навчання системи спеціаліст із знань формує модуль знань та інтелектуальних алгоритмів, що має множину елементів, які являють собою опорні множини повного набору ознак. У зв'язку з тим, що ситуацію може характеризувати декілька ознак, інші ознаки повного набору суттєво не впливають на визначення ситуації та вибір необхідного алгоритму керування і їх можна видалити з бази знань. База знань побудована на основі продукційної моделі [6] та реалізується на основі нечіткої логіки.

Згідно з режимом роботи, програма обміну даними поновлює дані про об'єкт для інтелектуальної підсистеми, яка з певним інтервалом поновлює свою базу даних в оперативній пам'яті. Процедура режиму «навчання» або «радника» згідно з алгоритмом розпізнавання аналізує дані, які надходять і, якщо ситуація не ідентифікована, пропонує вибір певного алгоритму керування. За оцінкою спеціаліста ситуацію можна ігнорувати або продовжувати спостереження за технологічним процесом та управління ним. У випадку виникнення характерних ситуацій, наприклад, перевищення величини певної

змінної вище або нижче за норму, формується опис ситуації (параметри ситуації). Разом з цим формуються рекомендації щодо встановлення нормального режиму роботи в даній ситуації і вносяться в базу знань.

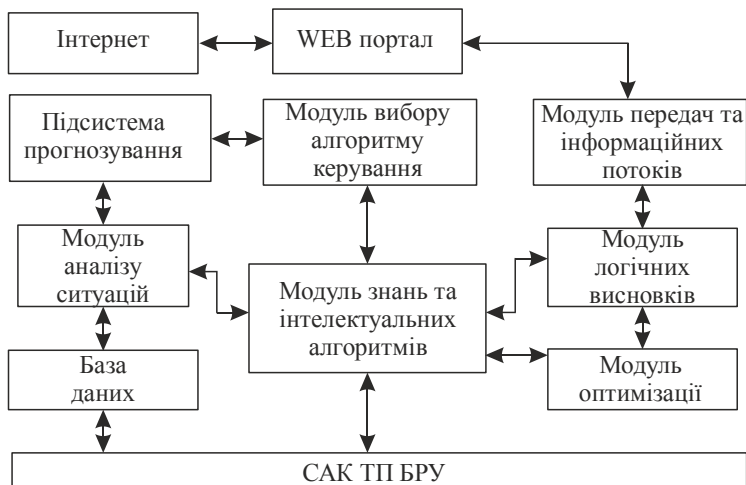


Рис. 3. Структура системи автоматизованого управління БРУ на основі інтелектуальних алгоритмів

Діапазон змінної обирають залежно від динаміки технологічного процесу, похибки вимірювання. Якщо діапазон великий або занадто малий, то ймовірність помилкової ідентифікації ситуації підвищується. В окремих випадках при малих діапазонах зміни необхідно створювати додаткові логічні правила, що ідентифікують ситуацію.

Якщо інтелектуальна підсистема не знаходиться в режимі навчання, то вона працює в режимі «радника». Якщо ситуація певною мірою ідентифікована, враховуючи можливу поведінку розвитку процесів брагоректифікації, оператор має можливість обрати необхідний алгоритм керування БРУ. САК БРУ формує список рекомендацій і, якщо необхідно, проводить перевірку умов виконання тих або інших дій.

У режимі корегування бази знань проходить настроювання роботи інтелектуальної підсистеми [8; 9] на конкретний режим проходження процесів брагоректифікації. Розглянемо призначення вказаних структур і порядок їх створення та корегування.

Режим лінгвістичного прогнозування використовується для оцінки ситуацій в умовах невизначеності, в основу даного модуля покладена модель штучних нейронних мереж.

Лінгвістична складова АСУТП БРУ безупинно відслідковує стан системи з метою своєчасного втручання в процес регулювання шляхом видачі «рекомендації» щодо регулювання технологічного процесу, якщо буде потреба. База знань лінгвістичної складової може поповнюватися в міру появи нових, раніше не «певних» ситуацій, що дозволить заносити в базу знань ситуації, які повністю враховують специфіку окремого устаткування й особливості колон, що беруть участь у процесі брагоректифікації [1].

Таким чином, дана САК може бути віднесена до класу інтелектуальних систем керування [10], оскільки вона враховує зміни реальних характеристик апаратів і конкретного устаткування й автоматично пристосовується до змін, що відбуваються в об'єкті керування та зовнішньому середовищі. Також система може працювати в режимі імітаційного функціонування, який має такі основні цілі: уточнення технічних рішень щодо вибору обчислювальних засобів САК і розподілення функцій між ними; перевірка узгодженості функціонування технічних засобів системи нижнього рівня, оцінка ефективності роботи САК БРУ.

При синтезі структури САК БРУ було враховано основні структурні елементи майбутньої системи та функціональність кожної структурної одиниці.

Висновок

Розробка САК БРУ в такому форматі є принципово новою і немає аналогів в Україні. Це дасть змогу підвищити ефективність виконання функцій, затребуваних на підприємстві, дозволить фахівцям заводу і споживачам виробленої продукції бути впевненими в дотриманні контролю якості на всіх етапах виробництва. Сучасні методи інтелектуальної обробки та інтегровані інформаційні системи, що є джерелом даних про якісні, кількісні результати випробувань, характеристики БРУ, надають можливість у режимі реального часу інтегрувати дані в диспетчерські системи і системи планування ресурсів підприємства.

Література

1. *Стабников В.Н.* Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация / В.Н. Стабников, А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. — Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 232 с.
2. *Ладанюк А.П.* Системний аналіз складних систем управління: Навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. — Київ, НУХТ, 2013. — 276 с.
3. *Трегуб В.Г.* Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник / В.Г. Трегуб; Національний університет харчових технологій. — Київ: НУХТ, 2006 — 139 с.
4. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. — Київ: Центр учбової літератури, 2014. — 280 с.
5. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskiy, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. — Kyiv: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014. — 240 p.
6. *Кишенько В.Д.* Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. напрямку 0925 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» ден. та заоч. форм навч. / В.Д. Кишенько. — Київ: НУХТ, 2008. — 133 с.
7. *Литвин В.В.* Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / В.В. Литвин. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. — 240 с.
8. *Осипов Г.С.* Лекции по искусственному интеллекту / Г.С. Осипов. — Москва: Либроком, 2012. — 272 с.
9. *Рыбина Г.В.* Основы построения интеллектуальных систем: Учебное пособие / Г.В. Рыбина. — Москва: Финансы и статистика, 2009. — 432 с.
10. *Евменов В.П.* Интеллектуальные системы управления / В.П. Евменов. — Москва: Либроком, 2009. — 144 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА

Д.О. Стеценко, А.П. Ладанюк, Я.В. Смитюх

Национальный университет пищевых технологий

Т.В. Савченко

Киевский национальный торгово-экономический университет

В статье рассматриваются системы автоматизированного управления (САУ) брагоретификационной установкой (БРУ). Используются современные методы анализа и синтеза, фундаментальной основой которых является системный подход. Основой для создания систем такого типа послужила концепция построения интеллектуальных подсистем обработки информации. Особенное внимание уделяется актуальным методам и способам использования современных инструментальных средств обработки и анализа информации, таким как лабораторные системы сбора информации, которые могут быть интегрированы в среду системы управления.

Ключевые слова: *брагоретификационная установка, система автоматизированного управления, лабораторные системы обработки информации, интеллектуальные системы.*

УДК 579.841: 577.114

FEATURES OF POLYSACCHARIDE ETHAPOLAN SYNTHESIS ON MOLASSES AND SUNFLOWER OIL MIXTURE

A. Voronenko, M. Ivakhniuk, T. Pirog
National University of Food Technologies

<p>Key words: <i>Acinetobacter sp. IMV B-7005</i> <i>Ethapolan</i> <i>Biosynthesis</i> <i>Mixture of molasses and sunflower oil</i></p> <hr/> <p>Article history: Received 01.09.2016 Received in revised form 16.09.2016 Accepted 03.10.2016</p> <hr/> <p>Corresponding author: A. Voronenko E-mail: npnuht@ukr.net</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The influence of monosubstrates concentration in a mixture and nitrogen source in a medium are examined in this paper, as well as the method of inoculum preparation on ethapolan exopolysaccharide (EPS) synthesis under cultivation of <i>Acinetobacter sp. IMV B-7005</i> on molasses and sunflower oil mixture. The highest synthesis indices (the amount of EPS 14.4 g/l, EPS-synthesizing ability 3.0 g EPS/g biomass) were observed during the growth of IMV B-7005 strain in a medium containing molasses (1.5% of carbohydrates) and oil (1.5% v/v) without the source of mineral nitrogen and using the inoculum grown in the medium with molasses (0.5%), in which the content of NH_4NO_3 was decreased twofold (up to 0.2 g/l).</p>
--	---

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ ПОЛІСАХАРИДУ ЕТАПОЛАНУ НА СУМІШІ МЕЛЯСИ І СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

А.А. Вороненко, М.О. Івахнюк, Т.П. Пирог
Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вплив концентрацій моносубстратів у суміші, вмісту джерела азотного живлення в середовищі, а також способу підготовки інокуляту на синтез екзополісахариду (ЕПС) етаполану в процесі культивування *Acinetobacter sp. IMV B-7005* на суміші меляси та соняшникової олії. Найвищі показники синтезу (кількість синтезованих ЕПС 14,4 г/л, ЕПС-синтезувальна здатність 3,0 г ЕПС/г біомаси) спостерігалися за умов росту штаму *IMV B-7005* у середовищі з мелясою (масовою часткою 1,5% за вуглеводами) та олією (об'ємною часткою 1,5%) без джерела мінерального азоту з використанням посівного матеріалу, вирощеного у середовищі з мелясою (0,5%), в якому вміст NH_4NO_3 знижено у два рази (до 0,2 г/л).

Ключові слова: *Acinetobacter sp. IMV B-7005*, етаполан, біосинтез, суміш меляси та соняшникової олії.

Постановка проблеми. Мікробні екзополісахариди (ЕПС) — це високомолекулярні екзогенні продукти метаболізму мікроорганізмів вуглеводної природи, що мають ряд переваг порівняно з хімічними аналогами. Завдяки

здатності їхніх розчинів до гелеутворення, емульгування і змінення реологічних характеристик водних систем ЕПС широко застосовуються у різних галузях промисловості [4; 8; 15]. Зазначимо, що, незважаючи на тривалу історію вивчення мікробних ЕПС, для їх одержання до теперішнього часу використовують в основному тільки вуглеводні субстрати.

Суттєвою перевагою мікробного полісахариду етаполану (продуцент *Acinetobacter* sp. ІМВ В-7005), порівняно з відомими у світі ЕПС, є можливість його одержання на широкому наборі різноманітних С₂-С₆-субстратів (вуглеводи, етанол, ацетат, органічні кислоти) [15]. Нещодавно було встановлено можливість біосинтезу етаполану і на олієвмісних субстратах [3; 12].

Одним із підходів до інтенсифікації технологій мікробного синтезу є використання суміші ростових субстратів [14; 15]. За одночасного споживання мікроорганізмами суміші субстратів часто спостерігають підвищення рівня біомаси, швидкості росту, скорочення тривалості лаг-фази, що можуть бути зумовлені: 1) використанням одного з субстратів як додаткового джерела енергії; 2) одночасним використанням обох субстратів як в енергетичному, так і в конструктивному метаболізмі; 3) розширенням «вузьких місць» метаболізму моносубстрату за рахунок введення допоміжного субстрату [14; 15].

Раніше [13] було встановлено можливість інтенсифікації синтезу етаполану на суміші енергетично нерівноцінних (етанол і глюкоза, фумарат і глюкоза) та енергетично дефіцитних (ацетат і глюкоза) ростових субстратах. Подальші дослідження дали змогу замінити глюкозу у змішаних С₂-С₆-субстратах на мелясу — побічний продукт цукрового виробництва [13]. Так, при культивуванні *Acinetobacter* sp. ІМВ В-7005 на суміші меляси (масовою часткою 0,75% за вуглеводами) та етанолу (об'ємною часткою 0,75%) кількість синтезованих ЕПС підвищувалася в 1,3 раза порівняно з показниками на моносубстраті мелясі [13].

Метою статті є дослідження можливості синтезу етаполану на суміші меляси та соняшникової олії.

Матеріали і методи. Як об'єкт досліджень використовували ЕПС-синтезувальний штам *Acinetobacter* sp. 12S, депонований в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології Національної академії наук України за номером ІМВ В-7005.

Штам ІМВ В-7005 вирощували на рідкому мінеральному середовищі такого складу (г/л): КН₂Р₀₄ — 6,8; КОН — 0,9; MgSO₄×7 Н₂О — 0,4; СаСl₂×2Н₂О — 0,1; NH₄NO₃ — 0,4; FeSO₄×7 Н₂О — 0,001. В одному з варіантів концентрацію нітрату амонію у середовищі знижували до 0,2 і 0 г/л.

У середовище додатково вносили 0,5% (об'ємна частка) дріжджового автолізу, ністатин і стрептоміцин у концентрації 400 мкг/мл, а також мультивітамінний комплекс «Комплевіт» в концентрації 0,00085% (масова частка в перерахунку на пантотенат).

Як джерело вуглецю й енергії використовували моносубстрати (рафінована соняшникова олія об'ємною часткою 0,8—2,4%, меляса масовою часткою 1,3—3,9% за вуглеводами), а також суміш меляси (масовою часткою 0,5—1,5% за вуглеводами) та соняшникової олії (об'ємною часткою 0,5—1,5 %).

Оскільки продуцент етаполану не асимілює сахарозу, мелясу попередньо гідролізували: до 100 г меляси додавали дистильовану воду до кінцевого

об'єму 200 мл, в отриманий розчин вносили 20 мл 1 н H_2SO_4 (до рН 4,0) і стерилізували при $112^\circ C$ протягом 30 хв.

Як посівний матеріал використовували культуру з експоненційної фази росту, вирощену на середовищі, що містило як джерело вуглецю й енергії соняшникову олію (0,5%), мелясу (0,5%), а також суміш меляси (0,25%) та соняшникової олії (0,25%). Концентрація посівного матеріалу становила 10%.

Культивування штаму ІМВ В-7005 здійснювали в колбах (750 мл) із 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при температурі $30^\circ C$ упродовж 120 год.

Концентрацію біомаси визначали за оптичною густиною клітинної суспензії з подальшим перерахунком на абсолютно суху біомасу (АСБ) згідно з калібрувальним графіком. Кількість синтезованого етаполану визначали ваговим методом. Для цього до певного об'єму культуральної рідини (зазвичай 10—15 мл) додавали 1,5—2 об'єми ізопропанолу, осад ЕПС промивали чистим ізопропанолом і висушували при кімнатній температурі упродовж 24 год. ЕПС-синтезувальну здатність розраховували як відношення концентрації ЕПС до концентрації АСБ та виражали у г ЕПС/ г АСБ.

Статистичну обробку даних проводили за Лакінім [10]. Результати досліджень згідно з *t*-критерієм Стьюдента виявилися статистично достовірними при 5-відсотковому рівні значимості.

Результати і обговорення. На першому етапі досліджували принципову можливість використання суміші меляси та соняшникової олії для синтезу полісахариду етаполану (табл. 1). У цих експериментах посівний матеріал вирощували на моно- (олія, меляса) та змішаному субстратах.

Встановлено, що незалежно від природи джерела вуглецевого живлення у середовищі для одержання інокуляту концентрація ЕПС та ЕПС-синтезувальна становили 2,1—2,5 г/л і 0,6—0,8 г ЕПС/ г АСБ відповідно і були нижчими порівняно з одержаними раніше на суміші ростових C_2 - C_6 -субстратів [15]. Проте за використання інокуляту, вирощеного на мелясі, показники синтезу етаполану були дещо вищими, ніж у разі застосування посівного матеріалу, отриманого на соняшниковій олії чи суміші субстратів (див. табл. 1), тому у наступних експериментах інокулят вирощували на мелясі.

Оскільки за низької концентрації моносубстратів у суміші (по 0,5%) концентрація етаполану була недостатньо високою, у подальших дослідженнях підвищували концентрацію меляси та соняшникової олії у суміші (табл. 2).

Таблиця 1. Показники синтезу етаполану на суміші меляси і соняшникової олії залежно від способу підготовки інокуляту

Концентрація субстрату для синтезу ЕПС, %	Субстрат для одержання інокуляту, %	Показники синтезу	
		ЕПС, г/л	г ЕПС/ г АСБ
Меляса, 0,5 + олія, 0,5	Меляса, 0,5	2,5±0,13	0,8±0,04
	Олія, 0,5	2,0±0,10	0,7±0,04
	Меляса, 0,25 + олія, 0,25	2,1±0,11	0,6±0,03

Примітка. Табл. 1 і 2: концентрація NH_4NO_3 у середовищі культивування становила 0,4 г/л.

З наведених у табл. 2 даних видно, що збільшення концентрації моносубстратів у 3 рази супроводжувалося підвищенням кількості синтезованих

ЕПС більш ніж у 5 разів (до 13,3 г/л), а ЕПС-синтезувальної здатності — майже у 2,8 раза (до 2,2 г ЕПС/г АСБ).

Слід зазначити, що концентрація етаполану в процесі культивування *Acinetobacter* sp. ІМВ В-7005 на суміші глюкози (м'яси) з етанолом, фумаратом, ацетатом не перевищувала 9—11 г/л [13, 15].

Таблиця 2. Синтез етаполану залежно від концентрації м'яси і олії в суміші

Концентрація субстрату для синтезу ЕПС, %	Показники синтезу	
	ЕПС, г/л	г ЕПС/ г АСБ
М'яса, 0,5 + олія 0,5	2,5±0,13	0,8±0,04
М'яса, 1,0 + олія 1,0	7,5±0,38	1,8±0,09
М'яса, 1,5 + олія 1,5	13,3±0,67	2,2±0,11

Відомо, що для оптимального синтезу ЕПС суттєве значення має співвідношення вуглецю і азоту (С/N) у середовищі культивування продуцента [15]. У попередніх дослідженнях було показано, що виключення або зниження концентрації мінерального джерела азотного живлення при рості штаму ІМВ В-7005 на суміші м'яси і С₂-С₄-субстратів супроводжувалося підвищенням кількості синтезованих ЕПС і зниженням рівня біомаси [13]. Це зумовлено тим, що м'яса може бути додатковим джерелом азотного живлення, оскільки містить близько 1% доступного для мікроорганізмів азоту [11]. Зважаючи на це, на наступному етапі визначали оптимальну концентрацію джерела мінерального азоту в середовищі для одержання інокуляту та біосинтезу етаполану за умов росту штаму *Acinetobacter* sp. ІМВ В-7005 на суміші м'яси й соняшникової олії.

З наведених у табл. 3 даних видно, що зниження концентрації нітрату амонію з 0,4 г/л (базове середовище) до 0—0,2 г/л супроводжувалося збільшенням показників синтезу етаполану. Так, у разі виключення із середовища для біосинтезу ЕПС мінерального джерела азоту і використання інокуляту, вирощеного на середовищі з 0,2 г/л NH₄NO₃, концентрація етаполану становила 14,4 г/л, а ЕПС-синтезувальна здатність — 3,0 г ЕПС/ г АСБ.

*Таблиця 3. Вплив концентрації джерела азоту в середовищі на синтез етаполану за умов росту *Acinetobacter* sp. ІМВ В-7005 на суміші м'яси і олії*

Концентрація NH ₄ NO ₃ у середовищі		Показники синтезу	
для біосинтезу етаполану, г/л	для одержання інокуляту, г/л	ЕПС, г/л	г ЕПС/ г АСБ
0	0	13,3±0,66	2,2±0,11
	0,2	14,4±0,72	3,0±0,15
	0,4	14,1±0,71	2,9±0,14
0,2	0	14,1±0,70	2,8±0,14
	0,2	13,9±0,69	2,7±0,13
	0,4	13,7±0,69	2,4±0,12
0,4	0	13,3±0,66	2,4±0,12
	0,2	13,4±0,67	2,4±0,12
	0,4	13,3±0,66	2,2±0,11

Варто зауважити, що наразі у промисловому виробництві ЕПС використовують в основному тільки вуглеводні субстрати, які зазвичай є продуктами,

отриманими з цукрових буряків: меляса, цукровий сироп, сахароза; або з кукурудзи: крохмаль, гідролізований крохмаль, глюкозний сироп, глюкоза, мальтоза [1; 5; 15].

Дослідження, проведені в 70—80-х роках ХХ ст., продемонстрували можливість розширення сировинної бази мікробіологічного виробництва ЕПС за рахунок використання нехарчових субстратів (метан, метанол, етанол, етиленгліколь, вуглеводні) [15]. Попри це, відомості про синтез ЕПС, одержаних на олієвмісних субстратах, залишаються обмеженими.

Salvador із співавт. [9] досліджували здатність гриба *Pleurotus ostreatus* FPO-1001 синтезувати ЕПС на відпрацьованій соняшниковій олії. За концентрації субстрату 10 г/л штам FPO-1001 утворював 0,8 г/л полісахариду. Штам *Cellulomonas flavigena* UNP3 на 8-му добу культивування на середовищі з 1% арахісової олії синтезував 1 г/л полісахариду, якому притаманні високі емульгувальні властивості [0]. В огляді [0] наведено дані про синтез ксантану *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459 S4LII на середовищі зі стічними водами виробництва оливкової олії. При концентрації субстрату 20% (об'ємна частка), штам NRRL B-1459 S4LII синтезував 7 г/л полісахариду.

В огляді [14] наведено дані про використання суміші субстратів для інтенсифікації технологій мікробного синтезу практично цінних продуктів бродіння (етанол, молочна кислота, бутандіол), первинних (амінокислоти, п-гідроксибензоат, тригліцериди) і вторинних (ловастатин, поверхнево-активні речовини) метаболітів, а також біодеградації ксенобіотиків ароматичної природи (бензол, крезолі, фенолі, толуол) і пестицидів (діметоат). Однак до теперішнього часу в літературі практично відсутня інформація про використання змішаних субстратів для синтезу мікробних ЕПС.

У праці [6] зазначається, що за умов росту *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B51 на середовищі, що містить мелясу та сирну сироватку (10%), концентрація полісахариду декстрану становила 9,5 г/л, тоді як під час культивування на мелясі — 5,98 г/л. Проте у цих дослідженнях молочну сироватку використовували як джерело азоту, а не вуглецю, тому штам NRRL B51 фактично вирощували на моносубстраті мелясі. Крім того, відомо, що декстран є унікальним полісахаридом, який утворюється тільки з сахарози [15].

Таким чином, наші попередні дослідження синтезу мікробного полісахариду етаполану на суміші ростових субстратів [13; 15] і результати, наведені у даній статті, залишаються практично єдиними, що підтверджує можливість використання змішаних субстратів для підвищення ефективності технологій практично важливих мікробних екзополісахаридів.

Висновки

Отже, у результаті проведеного дослідження встановлено можливість синтезу полісахариду етаполану на суміші меляси та соняшникової олії, визначено оптимальні умови, що забезпечують максимальні показники синтезу ЕПС. Такими умовами є: концентрація меляси та соняшникової олії у суміші 1,5%, вирощування посівного матеріалу на моносубстраті мелясі (0,5%), виключення джерела мінерального азоту з середовища для біосинтезу етаполану і зниження його концентрації в середовищі для одержання інокуляту до 0,2 г/л.

Отримані результати є основою для розробки технології одержання етаполану на суміші меляси та відпрацьованої (пересмаженої) соняшникової олії.

Література

1. *Abdel-Aziz S.M.* Acidic pH-shock induces the production of an exopolysaccharide by the fungus *Mucor rouxii*: utilization of beet-molasses / S.M. Abdel-Aziz, H.A. Hamed, F.E. Mouafi, A.S. Gad // *N. Y. Sci. J.* — 2012. — V. 5, # 2. — P. 52—61.
2. *Arli S.D.* Curdlan-like exopolysaccharide production by *Cellulomonas flavigena* UNP3 during growth on hydrocarbon substrates / S.D. Arli, U.B. Trivedi, K.C. Patel // *World J. Microbiol. Biotechnol.* — 2011. — V. 27, # 6. — P. 1415—1422.
3. *Ivahniuk M.O.* Intensification of microbial exopolysaccharide ethapolan synthesis under *Acinetobacter* sp. IMV B-7005 cultivation on sunflower oil / M.O. Ivahniuk, T.P. Pirog // *Ukr. Food J.* — 2014. — V. 3, # 2. — P. 258—263.
4. *Kreyenschulte D.* Recent advances in microbial biopolymer production and purification / D. Kreyenschulte, R. Krull, A. Margaritis // *Crit. Rev. Biotechnol.* — 2014. — V. 34, # 1. — P. 1—15.
5. *Moosavi A.* Bioconversion of sugar-beet molasses into xanthan gum / A. Moosavi, A. Karbassi // *J. Food Process. Preserve.* — 2010. — V. 34, # 2. — P. 316—322.
6. *Moosavi-Nasab M.* Fermentative production of dextran using food industry wastes / M. Moosavi-Nasab, M. Gavahian, A.R. Yousefi, H. Askari // *World. Acad. Sci. Eng. Technol.* — 2010. — V. 4, № 8. — P. 1921—1923.
7. *Öner E.T.* Microbial production of extracellular polysaccharides from biomass. In: *Pretreatment techniques for biofuels and biorefineries* / E.T. Öner. — B.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. — 457 p.
8. *Roca C.* Exopolysaccharides enriched in rare sugars: bacterial sources, production, and applications / C. Roca, V.D. Alves, F. Freitas, M.A. Reis // *Front. Microbiol.* — 2015. — V. 6. — P. 1—7.
9. *Salvador C.* Characterization and biological activities of protein-bound polysaccharides produced by cultures of *Pleurotus ostreatus* / C. Salvador, M.R. Martins, M.F. Candeias, A. Karmali, J.M. Arteiro, A.T. Caldeira // *J. Agr. Sci. Tech.* — 2012. — V. 2. — P. 1296—1306.
10. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. — Москва: «Высшая школа», 1990. — 352 с.
11. *Маринченко В.О.* Технологія спирту / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, В.М. Швець, П.С. Циганков, І.Д. Жолнер. — Вінниця: Поділля—2000, 2003. — 496 с.
12. *Олефіренко Ю.Ю.* Особливості біосинтезу мікробного екзополісахариду етаполану за умов росту *Acinetobacter* sp. IMV B-7005 на соняшниковій олії / Ю.Ю. Олефіренко // *Наукові праці Національного університету харчових технологій.* — 2013. — № 48. — С. 80—85.
13. *Пирог Т. П.* Синтез мікробного екзополіцукриду етаполану на суміші етанолу і меляси / Т.П. Пирог, Ю.В. Корж, Н.В. Лашук, Б.М. Зборовська // *Мікробіол. журн.* — 2006. — Т. 68, № 3. — С. 3—15.
14. *Пирог Т.П.* Змішані субстрати у природних умовах і біотехнологічних процесах / Т.П. Пирог, М.О. Шулякова, Т.А. Шевчук // *Biotechnologia Acta.* — 2013. — Т. 6, № 6. — С. 28—44.
15. *Підгорський В.С.* Інтенсифікація технологій мікробного синтезу / В.С. Підгорський, Г.О. Іутинська, Т.П. Пирог. — Київ: Наук. думка, 2010. — 327 с.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ПОЛИСАХАРИДА ЭТАПОЛАНА НА СМЕСИ МЕЛАССЫ И ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

А.А. Вороненко, Н.А. Ивахнюк, Т.П. Пирог
Национальный университет пищевых технологий

В статье исследовано влияние концентраций моноsubstrатов в смеси, содержание источника азотного питания в среде, а также способы подготовки

инокулята на синтез экзополисахарида (ЭПС) этаполана в процессе культивирования *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 на смеси мелассы и подсолнечного масла. Наиболее высокие показатели синтеза (количество синтезированных ЭПС 14,4 г/л, ЭПС-синтезирующая способность 3,0 г ЭПС/ г биомассы) наблюдались при выращивании штамма ИМВ В-7005 в среде с мелассой (массовая доля 1,5% по углеводам) и маслом (объемная доля — 1,5%) без источника минерального азота, с использованием посевного материала, выращенного в среде с мелассой (0,5%), в которой содержание NH_4NO_3 снижено в два раза (до 0,2 г/л).

Ключевые слова: *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005, этаполан, биосинтез, смесь мелассы и подсолнечного масла.

WASTE WATER FROM LIVESTOCK FARMS AS A SUBSTRATE FOR ANAEROBIC FERMENTATION

O. Vorontsov

National University of Food Technologies

Key words:

*Sewage treatment
Biogas
Methane digesters
Anaerobic (methane)
fermentation
Fermentation depth
Flows of the livestock
complex*

Article history:

Received 05.09.2016
Received in revised form
23.09.2016
Accepted 20.10.2016

Corresponding author:

O. Vorontsov
E-mail:
ewtcorp@ukr.net

ABSTRACT

The article shows the use of highly concentrated waste water from livestock farms as a substrate for anaerobic microorganisms. Based on laboratory studies on semicontinuous methane fermentation of piggery complex sewage, minimum ($D_{min} = 0.0168 \text{ h}^{-1}$) and maximum ($D_{max} = 0.0042 \text{ h}^{-1}$) dilution rates of continuously operating reactor were set. The process of methane fermentation should take place in a continuous mode and thermophilic conditions ($t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$). Purification of effluents in a three-layer loading of biofilter can reduce the COD of the treated liquid to 398 mg O_2/L , corresponding to 178.55 mg O_2/L of the BSK₅ (conversion factor of 0.45). Biogas yield was 5.2 liters per 1 liter of the reactor volume at thermophilic digestion and the daily loading volume of 10%. Methane concentration in biogas is 64–68% at thermophilic fermentation and 58–62% at mesophilic one. General cleaning effect is 91.6%.

СТІЧНІ ВОДИ ТВАРИНИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ ЯК СУБСТРАТ ДЛЯ АНАЕРОБНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ

О.О. Воронцов

Національний університет харчових технологій

У статті показано можливість використання висококонцентрованих стічних вод від тваринницьких комплексів як субстрату для анаеробних мікроорганізмів. На підставі лабораторних досліджень напівбезперервної метанової ферментації стоків свинарського комплексу визначено мінімальну ($D_{min} = 0,0168 \text{ год}^{-1}$) і максимальну ($D_{max} = 0,0042 \text{ год}^{-1}$) швидкості розведення в безперервно діючому реакторі. Процес метанової ферментації повинен проходити в безперервному режимі в термофільних умовах ($t = 55^\circ\text{C}$). Доочищення стоків на біофільтрі з тришаровим завантаженням дає змогу знизити ХСК оброблюваної рідини до 398 мг $\text{O}_2/\text{л}$, що відповідає 178,55 мг $\text{O}_2/\text{л}$ БСК₅ (коефіцієнт перерахунку 0,45). Вихід біогазу становив 5,2 л на 1л об'єму реактора на добу при термофільному режимі зброджування та добовим завантаженням 10% об'єму. Концентрація метану в біогазі становить 64–68% об'єму при термофільному зброджуванні і 58–62% — при мезофільному. Загальний ефект очищення становить 91,6%.

Ключові слова: очищення стічних вод, біогаз, метан, метантенк, анаеробна (метанова) ферментація, глибина зброджування, стоки тваринницького комплексу.

Постановка проблеми. Потреби людства в молочних і м'ясних продуктах вимагають великих обсягів сировини. Технологія вирощування худоби, яка прийнята в даний час на тваринницьких комплексах промислового типу, характеризується високою концентрацією поголов'я, безпідстилковим утриманням тварин, повною механізацією процесів видалення гною з виробничих приміщень, що обумовлює утворення якісно нового виду стічних вод [1].

У складі екскрементів великої рогатої худоби (ВРХ), свиней, курей містяться: 77—88% органічних речовин; 2,4—5,0% жиру; 9,3—42,1% сирого протеїну; 9,6—30% лігніну; 2,3—10,3% азоту; 0,2—2,7% фосфору; 1,0—3,1% калію. Співвідношення $C/N > 6$ (9—15) [2], що є оптимальним для анаеробної ферментації [3]. Хімічний склад стічних вод тваринницьких комплексів залежить від поголов'я, але зі збільшенням кількості тварин не завжди збільшується вміст забруднюючих речовин. Так, біхроматна окислюваність, що дорівнює $19,2 \times 10^3$ мг/л⁻¹, характерна для комплексу на 2 тис. голів ВРХ, в той час як для комплексу ВРХ на 10 тис. голів вона становить $12,9 \times 10^3$ мг/л⁻¹ [4]. Це пов'язано з різним ступенем розбавлення стоків водою для технологічних потреб. За концентрацією органічних і мінеральних солей стоки тваринницьких комплексів у багато разів перевищують як господарсько-побутові, так і промислові, тому є більш серйозними забрудненнями зовнішнього середовища [4; 5].

Сучасний стан вимог до охорони навколишнього середовища вимагає нових рішень щодо знешкодження таких забруднень. Впровадження метанової ферментації дозволить вирішити проблему передочистки «важких» стоків, їх знезараження та подальшої утилізації продуктів, що утворюються при очистці воді.

Мета статті: дослідити можливість і доцільність використання висококонцентрованих стічних вод від тваринницьких комплексів як субстрату для анаеробних мікроорганізмів.

Матеріали і методи дослідження. Як об'єкт дослідження використовували стічні води тваринницького комплексу «Мурманський». Фізико-хімічні та мікробіологічні аналізи проводилися згідно із загальноприйнятими методиками. Для обробки результатів дослідження застосовувалися методи математичної статистики.

Виклад основних результатів дослідження. Збільшення навантаження на екологічне довкілля, нераціональне використання органічних ресурсів змушує суспільство прикладати зусилля для пошуку шляхів зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Стоки тваринницьких комплексів складаються із суміші природних відходів тварин, залишків корму та води. Їх кількісна та якісна характеристики залежать від віку, виду поголов'я, способів утримання, від прийнятої системи прибирання гною з виробничих приміщень, виду кормів та інших факторів.

Сеча, яка перебуває у стоках, обумовлює наявність у них азотовмісних сполук, таких як сечовина і сечова кислота. Вміст сечовини коливається від

1500 до 7200 мг/л [6]. Із зольних елементів із сечею надходить значна кількість калію. Сполуки фосфору і білковий азот надходять у стоки з твердими виділеннями [7]. Склад гнойових стоків некоректно характеризувати середніми показниками, тому що він змінюється в широких межах (табл. 1). Показники забруднень (БСК, ХСК, завислі речовини, сухий залишок тощо) особливо високі для гною, неподіленого на тверду і рідку фракції; рідка фракція характеризується більш низькими показниками забруднень.

Тваринницькі стічні води характеризуються високим бактеріальним забрудненням. Забрудненість стоків великої рогатої худоби по колі-титру становить 10^{-5} — 10^{-7} , за титром ентерококів — 10^{-3} — 10^{-5} , за загальною мікробною забрудненістю в середньому 10—20 яець гельмінтів у літрі [2]. Тваринницькі стоки можуть бути факторами передачі понад 100 інфекційних захворювань. Епідеміологічна небезпека полягає не тільки в кількості патогенних мікроорганізмів, але й у тривалих термінах виживання останніх. За даними дослідників [12], поряд із значним забрудненням органічними речовинами тваринницькі стоки також характеризуються високою мінералізацією — 5,9 г/л. Серед мінеральних речовин переважають гідрокарбонати — 3203 мг/л, хлориди — 696 мг/л, кальцій — 549 мг/л, натрій — 425 мг/л. З цієї причини тваринницькі комплекси є більш небезпечними джерелами забруднення навколишнього середовища, ніж промислові стоки.

Таблиця 1. Фізико-хімічний склад стічних вод тваринницьких комплексів

Показники	[5]	[2]	[3]	[4]	[14]	[7]
рН	6,0—7	7,7—8,1	8—9	7,8	7,1—8,1	6,6
Завислі речовини, мг/л ⁻¹	1 232—8 600	5 000—12 000	17 856	-	8 000—39 600	14 800
Сухий залишок, мг/л ⁻¹	3 700—5 000	-	-	8 200	10 500—13 500	18 100
БСК ₅ , мг О ₂ /л ⁻¹	1 800—9 200	3 000—20 000	4 500	-	64 00—23 600	14 200
ХСК, мгО ₂ /л ⁻¹	5 892—11 696	4 000—24 000	10 685	-	7 600—40 000	17 700
Загальний азот, мг/л ⁻¹	1 300—3 884	1 143	-	3 700	1 700—4 370	2 580
Амонійний азот, мг/л ⁻¹	1 400—2 690	400—500	500	1 900	430—900	-
Сечовина, мг/л ⁻¹	-	-	-	-	1 500—7 200	-
Фосфати, мг/л ⁻¹	155	2500	-	-	800	-
Хлориди, мг/л ⁻¹	122—930	150	1 550	-	140—600	-
Карбонати, мг/л ⁻¹	-	-	-	-	1560—2160	-
Колі-титр	-	10^{-5} — 10^{-7}	-	-	-	10^{-10}
КУО/мл	-	$8,0 \cdot 10^7$	-	-	-	$2 \cdot 10^9$ — $53 \cdot 10^{10}$

У стоках тваринницьких комплексів міститься багато невикористаних поживних речовин і мікробної біомаси, тому що з організму виділяється 20% неперероблених поживних речовин. Бактеріальна біомаса, яка утворюється в

процесі розщеплення кормів, містить 50—60% протеїну. Все це виділяється з організму і накопичується в гної [13]. За даними [4; 5], при скиданні у водойми стоки тваринницьких комплексів повинні відповідати таким показникам: $BCK_5 \leq 20 \text{ мгO}_2/\text{л}^{-1}$, $XCK \leq 100 \text{ мгO}_2/\text{л}^{-1}$, завислі речовини $\leq 20 \text{ мг/л}^{-1}$, фосфати $\leq 0,5 \text{ мг/л}^{-1}$.

Очищення, знезараження й утилізація стоків тваринницьких комплексів стала справою першорядної важливості. Не вирішивши її, не можна будувати великі тваринницькі комплекси на промисловій основі.

Існуючі схеми очищення концентрованих стічних вод і шляхи використання очищеної води. Стічні води тваринницьких комплексів з вирощування великої рогатої худоби та свиней поділяються на такі види: гнойові (рідкий гній), виробничі (забруднені і незабруднені), дощові (забруднені і малозабруднені) та побутові. Як правило, для цих стоків приймають роздільну систему каналізації з наявністю мереж гнойових з високою концентрацією забруднень (високозабруднених), виробничо-побутових і дощових стічних вод з низькими концентраціями забруднень (малозабруднених).

На сьогодні [1;14] найбільш поширені три основних способи обробки й утилізації рідкого гною:

- природна біохімічна очистка шляхом тривалого витримування стоків у відстійниках-накопичувачах (гноєсховищах) з подальшим використанням на землеробських полях зрошення (ЗПЗ);
- штучна біохімічна очистка;
- переробка рідкого гною шляхом приготування компосту.

Перша схема використовується на комплексах для вирощування великої рогатої худоби невеликої продуктивності — до 400—800 голів на рік; друга схема використовується для комплексів будь-якої продуктивності. Гноєсховища застосовуються для природного знезараження і дегельмінтизації стоків; час витримування становить 6—7 місяців. Тверда фракція гною (вологістю 80%) при біотермічній обробці в буртах влітку витримується 1 місяць, а взимку — 2 місяці. Однак все це не забезпечує повної екологічної безпеки при використанні обробленого гною на ЗПЗ.

Природна біохімічна обробка стоків свинарського комплексу здійснюється за тим же принципом, що й обробка стоків комплексів ВРХ великої продуктивності.

При штучній біохімічній обробці передбачається використання аеротенків як основної стадії обробки стоків. Проте використання аеротенків з подовженою аерацією вимагає значних енерговитрат, доочищення в біоставках та обробки озоном для знезараження. Це дозволяє використовувати цю воду для змиву гною.

Концентрація біогенних і органічних речовин після очищення за вищевказаними схемами досить висока, що не дозволяє скидати їх у водойми. Доочищення проводиться на полях зрошення і полях фільтрації.

В основі перерахованих способів переробки й утилізації рідкого гною лежить його поділ на фракції з подальшою роздільною обробкою рідкої (вологістю до 98%) і твердої (вологістю — 65—80%) фракцій. У зарубіжній практиці також застосовуються зазначені способи переробки гною [8; 9].

Проте використання стоків тваринництва на ЗПЗ, штучна біохімічна (аеробна) обробка і компостування не дають можливості використовувати весь запас речовин, який міститься в стоках даної категорії.

Наявність ентеропатогенних серотипів колі, високе мікробне забруднення, низький колі-титр (10^{-6}) після двоступеневої біохімічної очистки з подальшим витримуванням в ставках-накопичувачах вказують на необхідність введення додаткового очищення стічних вод або використання метанової ферментації як етапу перед очищенням і знезараженням. Термофільне метанове зброджування тваринницьких стічних вод, зокрема гною, є одним із найбільш перевірених способів знезараження від яєць гельмінтів, патогенної мікрофлори і насіння бур'янів [11].

Процес анаеробної ферментації використовується для обробки високо- і низькоконцентрованих (наприклад, міських) стічних вод, при цьому вирішуються дві проблеми: охорона навколишнього середовища й отримання енергії [12].

Спосіб обробки рідкого гною шляхом керованого анаеробного процесу з отриманням метану не знаходить широкого застосування, тому що метанотворюючі бактерії вимагають чітко визначених умов (рН, температура, постійний склад субстрату, перемішування). У вітчизняній практиці застосування метантенків рекомендується при чисельності поголів'я більше 300 і вологості гною 86—93% [8].

У ФРН працює великий завод з отримання метану і добрив шляхом анаеробного зброджування відходів тваринництва [8]. В Індії завершені дослідження, в результаті яких розроблено оптимальні конструкції і принципи роботи установок для переробки коров'ячого гною. За кордоном проводяться розробки нових конструкцій метантенків [10]. Розроблено біотехнології «Biorplex» [11], «Anamt» [12] для очищення стічних вод мікробіологічної та харчової промисловості, «Anax» [8] — для стічних вод цукрових і спиртозаводів, тваринницьких комплексів тощо, що включають як попередню стадію очищення метанове зброджування, подальше доочищення здійснюється різноманітними способами. Розроблена у Франції система «Anax» для переробки відходів тваринницьких ферм повністю забезпечує себе енергією за рахунок метану, одержаного в процесі обробки відходів. Крім того, отримують воду, придатну для господарських цілей, і органічне добриво. Дослідна установка вартістю 300 тис. євро, що працює у Франції, може щодня переробляти 1200 м³ відходів тваринницьких ферм. Термін окупності установки — 3 роки. У системі «Anax» відходи збираються у великий резервуар і перекачуються у метантенк об'ємом 1 500 м³ для зброджування. При перекачуванні відходи очищуються на фільтрі з великої сітки від шматків дерева, цегли тощо, які можуть викликати механічні пошкодження установки. При зброджуванні відходів відбувається виділення великої кількості метану, що використовується для забезпечення установки енергією. Зброджування відходів триває 10—15 діб, протягом яких їх забрудненість зменшується на 90—95%. Далі відходи перекачуються у відстійник, де відбувається поділ рідкої і твердої фракцій. Рідина перекачується в резервуар, де вона піддається хімічній та електролітичній обробці, каталітичному окисленню, обробляється озоном і

фільтрується. Після обробки вода придатна для будь-яких господарських потреб. Тверда фракція зневоднюється під пресом, в результаті чого отримується сухе органічне добриво зі слабким запахом, що містять 40% твердих частинок.

Центральною експериментальною лабораторією гідромеханізації сільсько-господарських процесів запропонована схема установки [4], що дозволяє проводити безперервне анаеробне метанове бродіння в потоці. Установка для знезараження гною включає такі вузли: теплообмінник, змішувач-подрібнювач, приймач маси для ферментації, метантенк, поглинач (сіркоочищення), газгольдер, бойлер, контактний нагрівач, повітродувку, насос для гарячої води і три фекальних насоси.

Робота установки для термофільного знезараження гною здійснюється таким чином: екскременти тварин, призначені для знезараження, подаються в змішувач-подрібнювач, де і відбувається їх ретельне перемішування і подрібнення сторонніх включень. Сюди ж вноситься певна доза раніше збродженого гною, що містить анаеробні бактерії. Отримана суміш зі свіжих екскрементів і збродженого гною фекальних насосом подається в теплообмінник, де підігрівається за рахунок контакту із зустрічним потоком збродженої маси, а потім надходить для остаточного знезараження в метантенк. Зброджена маса вивантажується за допомогою фекального насоса в гноєсховище або використовується (після поділу на фракції і відповідної підготовки) як добриво. Ще раз підкреслимо необхідність відповідної підготовки (доочистки) тваринницьких стічних вод перед використанням для зрошення кормових культур. Варто зауважити, що таке доочищення необхідне перед скиданням їх у водойму або поверненням у виробництво.

Очищення промислових стічних вод за допомогою метанового бродіння застосовується для попередньої обробки концентрованих стічних вод підприємств первинної обробки вовни, заводів з виробництва деревноволокнистих плит, дріжджових заводів, заводів із виробництва синтетичних жирних кислот, заводів із виробництва капролактаму, заводів із виробництва спирту, м'ясокомбінатів. Ступінь зниження БСК після очищення стоків висока і становить 75—96%. За даними зарубіжних авторів [8; 9], в процесі метанового бродіння концентрованих стічних вод досягається глибинне збродження по ХСК — 80—95%, по БСК₅ — 50—95%. Біогаз, що утворюється, дозволяє на 20—80% покрити енерговитрати. Тривалість збродження коливається від 0,5 до 30 діб: для обробки стічних вод ВРХ — 5 діб, свиней — 3—4 доби, картопляного лушпиння — 3 доби.

Промислове отримання біогазу з органічних відходів має ряд переваг:

- відбувається ефективне очищення стічних вод, особливо тваринницьких і господарсько-побутових, знищуються яйця гельмінтів, патогенна мікрофлора та насіння бур'янів, знижується вміст органічних речовин (до 10 раз) після перетворенням їх у біогаз;

- анаеробна переробка відходів тваринництва, рослинництва, активного мулу призводить до мінералізації азоту і фосфору та їх збереження, на відміну від традиційних способів приготування органічних добрив методом компостування, при якому втрачається до 30—40% азоту;

- при метановому бродінні к.к.д. перетворення органічних речовин у біогаз досягає 80—90%;
- біогаз можна з високою ефективністю використовувати як паливо або трансформувати в теплову й електричну енергію;
- створення біогазових установок, зважаючи на їх локальне розміщення поблизу підприємств і побутових приміщень, не вимагає будівництва дорогих газопроводів [14].

Таким чином, анаеробна обробка органічних відходів дозволяє вирішити одночасно екологічну й енергетичну проблеми і одночасно сприяти отриманню добрив для органічного землеробства. Однак попередньо очищені стічні води необхідно доочистити до показників, що дозволяють скидання їх у водойми, для зрошення сільськогосподарських культур або повернення у виробництво. Для очищення й доочищення концентрованих стічних вод можливе застосування біофільтра [10]. У біофільтрі стічна рідина обтікає поверхню завантажувального матеріалу, покритого біоплівкою, яка утворюється колоніями мікроорганізмів. Проходячи через завантажувальний матеріал, вода із залишковими забрудненнями залишає на ньому нерозчинені домішки, колоїдні і розчинені органічні речовини. Останні сорбуються на біоплівці, що покриває поверхню завантажувального матеріалу. Мікроорганізми, що утворюють біоплівку, окислюють органічні речовини, використовуючи їх як джерело живлення і енергії.

Необхідної глибини очищення стічних вод можна досягти застосуванням ступінчастої обробки з використанням різних біоценозів мікроорганізмів. При цьому створюється можливість розкладання метаболітів кожного попереднього ступеня очищення.

Обґрунтування та вибір технологічної схеми очищення стічних вод свинарських комплексів і птахоферм. Концентровані стічні води цих комплексів є готовим живильним середовищем для росту, розвитку і життєдіяльності різних мікроорганізмів (ацетогенних, амонійфіксуючих, метанотворюючих бактерій), оскільки містять усі необхідні компоненти, вітаміни та мікроелементи. Використання біотехнологічних методів очищення, заснованих на застосуванні анаеробних і аеробних мікроорганізмів, є більш перспективним порівняно з фізико-хімічною і природною біологічною обробкою. Біохімічні перетворення органічних компонентів субстрату під впливом мікроорганізмів є практично безвідходними процесами і не забруднюють навколишнє середовище. У процесі анаеробної ферментації утворюються попередньо очищена вода, надлишкова біомаса мікроорганізмів і біогаз; в процесі аеробної ферментації — надлишкова біомаса мікроорганізмів/активний мул/очищена вода. Все це може знайти подальше застосування як джерело енергії, палива, добрив і білково-вітамінних додатків для годування тварин.

У практиці очищення стічних вод прийнято вважати, що при співвідношенні БСК/ХСК > 0,5 необхідно застосовувати біохімічні методи очищення [10]. Для тваринницьких стоків, за усередненими даними, БСК/ХСК в основному перевищує цей показник. Згідно з рекомендаціями СНіП, вміст азоту і фосфору має перебувати в пропорції БСК:N:P = 100:50:1. Для стоків

тваринницьких комплексів це становить при нижній межі значень 100:37:0,9; при верхній межі значень — 100:58,6:0,45. Тобто стічні води тваринницьких комплексів придатні для біохімічної очистки.

Свинарський комплекс «Арктика» скидає за добу 200—250 м³ гідрозмивного гною з БСК 6 000—7 000 мгО₂/л. Очисні споруди для обробки свинарських стоків відсутні, що порушує екологічну рівновагу в даному регіоні. Особливо велика шкода завдається біоценозам водної акваторії. Для зниження концентрації органічних забруднень вуглецем доцільно використовувати метанову ферментацію на стадії попередньої обробки стоків з подальшою їх очисткою в аеротенках. Слід враховувати, що в процесі анаеробної ферментації вміст амонійного азоту буде збільшуватися, а в процесі аеробного ферментації зменшуватися, перетворюючись на нітритні і нітратні форми. Промислове використання термофільної метанової ферментації як ступеня перед очищенням для обробки стоків свинарських комплексів має ряд переваг:

- суттєве зниження загальної забрудненості стічної рідини, яка надходить на аеробне очищення;
- при анаеробній переробці відходів тваринництва відбувається мінералізація азоту і фосфору — основних складових добрив, їх збереження на відміну від традиційних способів приготування органічних добрив методом компостування, при якому втрачається до 30—40% азоту;
- знищення патогенної мікрофлори, яєць гельмінтів і насіння бур'янів;
- отримання значної кількості біогазу. К.к.д. перетворення органічних речовин в біогаз становить 80—90%;
- можливість підтримання достатньої температури рідини в аеротенках в зимовий час за рахунок її підігріву в метантенках, що особливо важливо в умовах Заполяр'я;
- створення біогазових установок, зважаючи на їх локальне розміщення, не вимагає будівництва газогону;
- виключення необхідності складування надлишкового активного мулу аеротенків, який зброджується в метантенку.

Запропонована схема передбачає включення в технологію очищення стоків метантенків об'ємом 1000 м³, що призначені для зброджування органічних відходів та отримання біогазу.

Очищення в аеротенках стоків, що пройшли попереднє очищення в метантенках, не є дуже важким завданням, проте для спуску у водойму або повернення очищеної води на технологічні потреби воду, оброблену за анаеробно-аеробною технологією, необхідно доочишувати.

Для доочистки стоків у даний час застосовуються біологічні фільтри [15]. У біофільтрі стічна рідина обтікає поверхню завантажувального матеріалу, покритого біоплівкою, що утворюється колоніями мікроорганізмів. Проходячи через завантажувальний матеріал, вода із залишковими забрудненнями залишає на ньому нерозчинні домішки, колоїдні і розчинені речовини. Останні сорбуються біоплівкою, що покриває поверхню завантажувального матеріалу. Мікроорганізми, що утворюють біоплівку, окислюють органічні речовини, використовуючи їх як джерело живлення і енергії.

Ефективність методів очищення і доочищення залежить не тільки від того, наскільки обґрунтований той чи інший спосіб, але також від сукупності виробничих характеристик, що впливають на склад стічних вод, які надходять на очистку (якості очищення на попередніх стадіях, конструкції застосованих установок та інших факторів). Необхідної глибини очищення можна досягти шляхом застосування ступінчастої обробки з використанням різних біоценозів мікроорганізмів. При цьому створюється можливість розкладання метаболітів кожного попереднього ступеня очищення.

Дослідження складу стічних вод свинарського комплексу. Стічні води свинарського комплексу характеризуються такими показниками забруднень: рН — 7,5—7,9; ХСК — 6—8 гО₂/л, ЛЖК — 0,6—0,92 г/л. Стоки містять значну концентрацію органічних і мінеральних забруднень.

На підставі аналізу науково-дослідної, технічної літератури, експериментальних досліджень метанової ферментації стоків із забрудненнями природного походження розроблено технологічну схему очищення стоків.

Контроль за якістю анаеробно-аеробного очищення концентрованих стічних вод здійснювався за такими показниками, як ХСК (хімічне споживання кисню) БСК₅ (п'ятидобове біохімічне споживання кисню), вміст завислих речовин, рН, концентрація амонійного азоту тощо згідно зі стандартними уніфікованими методиками.

В основу технології очищення концентрованих стоків свинарського комплексу покладено метод, сутність якого зводиться до вилучення органічних компонентів субстрату. Останні є гарним поживним середовищем для мікроорганізмів, оскільки містять усі біогенні елементи, макроелементи, мінеральні солі і не містять ксенобіотиків.

Запропонована технологія передбачає такі стадії процесу очищення:

- усереднення;
- метанову ферментацію як ступінь попередньої очистки;
- аеробну ферментацію як основний ступінь очищення;
- біологічну фільтрацію як ступінь доочищення.

Процес метанового бродіння здійснюється біоценозом різних мікроорганізмів, в основному, анаеробних, і передбачає три стадії:

- розпад складних органічних сполук до низькомолекулярних речовин (вуглеводів, органічних кислот тощо);
- утворення з отриманих низькомолекулярних сполук нижчих жирних кислот (оцтової, пропіонової, мурашиної), одноатомних спиртів, водню, окису вуглецю, вуглекислого газу; утворення метану.

Існують два шляхи утворення метану:

- трансформація оцтової кислоти: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$;
- відновлення діоксиду вуглецю: $4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Метанове бродіння здійснюється в герметичному ферментері-метантенку, який являє собою ємність об'ємом 6 л, обладнану мішалкою і вміщену в термостат для підтримання необхідної температури бродіння. Вихідна стічна вода тваринницького комплексу направляється в метантенк. Два рази на добу через воронку за допомогою вентиля в метантенк додавали стічну рідину, а через шланг за допомогою вентиля відводили очищену воду. За допомогою

мішалок вміст метантенка через кожні дві години перемішувався. Газ по гумовій трубі надходив в посудину із замикаючою рідиною.

Дослідження режимів метанового бродіння. Процес метанового бродіння здійснювали напівбезперервним (від'ємно-доливним методом) у мезофільних (30—35 °С) і термофільних (50—55 °С) умовах. Коефіцієнт заповнення метантенка становив 0,85%. Швидкість розбавлення становила 0,0042 ч⁻¹, 0,0084 ч⁻¹ і 0,0168 ч⁻¹, що відповідало 10, 20 і 40% дозам завантаження до обсягу зароджуваної рідини. При зменшенні швидкості розведення збільшувався час перебування і зменшувалася продуктивність біогазу.

Початково метантенк завантажували збродженим осадом очисних споруд Бортницької станції аерації, обсяг «затравки» становив 2% від робочого об'єму метантенка. Концентрація активного мулу в метантенку становила 15—30 г/л. Адаптація мікроорганізмів активного мулу до даного субстрату тривала до початку виділення біогазу. Після чого в метантенку із заданою швидкістю подавалася стічна вода.

Склад вихідних і очищених стоків наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Склад вихідних і очищених стоків

№	Показники, одиниці виміру	Мезофільний режим						Термофільний режим					
		завантаж. 10%		завантаж. 20%		завантаж. 40%		завантаж. 10%		завантаж. 20%		завантаж. 40%	
		вих.	кін.	вих.	кін.	вих.	кін.	вих.	кін.	вих.	кін.	вих.	кін.
1	pH	7,3	7,9	7,8	7,9	7,6	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6
2	БСК ₅ , гО ₂ /л	2,8	0,67	4,2	1,0	4,0	0,85	2,80	0,6	4,2	0,6	4,0	0,7
3	ХСК, гО ₂ /л	6,0	1,7	8,0	1,5	7,2	1,2	6,0	0,8	8,0	1,0	7,2	0,6
4	ЛЖЛ, г/л	0,6	0,49	0,92	0,47	0,8	0,3	0,6	0,3	0,92	0,6	0,85	0,4
5	Газ, л/суг	-	2,5	-	3,2	-	5,2	-	4,6	-	4,9	-	5,0

У результаті життєдіяльності мікрофлори метантенків поживні компоненти, що містяться в стічній воді, перетворюються в біологічно активні речовини та біогаз.

Хімічний склад активного мулу метантенків представлений у табл. 3.

Таблиця 3. Хімічний склад мікробної біомаси активного мулу метантенків

№	Компоненти	У перерахунку на С.Р.,%
1	Сирий протеїн	45,0—47,0
2	Істиний протеїн	40,0—43,0
3	Амінокислоти	21,5—24,5
4	Зола	30,0
5	Жир	2,7—4,2
6	Вітамін В12 37,4 мкг/г	37,4 мкг/г

Отримані дані свідчать про те, що біомаса активного мулу є повноцінною за вмістом білків, жирів, а також за амінокислотним і вітамінним складом.

Біогаз, що утворюється в процесі метанового бродіння, містить в середньому 60—65% метану і 35—40% вуглекислого газу. Теплотворна здатність біогазу, що утворюється в процесі метанового бродіння тваринницьких

стоків, наближається до теплотворної здатності метану природного походження і становить 4700 ккал/м³.

У табл. 4 наведено якісний склад біогазу, що утворюється в процесі метанової ферментації.

Таблиця 4. Якісний склад біогазу

№	Показники	Температурні режими	
		Термофільний % об'єму	Мезофільний % об'єму
1	Метан	64,0—68,0	58,0—62,0
2	Диоксид вуглецю	36,0—40,0	42,0—46,0
3	Водень	0,0	0,5
4	Окис азоту	0,0	0,0
5	Сірководень	0,0	0,0

У процесі метанового бродіння також визначали зброджування субстрату, швидкість вилучення забруднень, вихід біогазу.

Глибина зброджування, ступінь використання субстрату визначається за формулою:

$$E = \frac{S_0 - S_t}{S_0},$$

де S_0 — вихідна концентрація субстрату, г/л; S_t — концентрація субстрату в момент відбору проби, г/л.

Причому максимальна глибина зброджування в кожному конкретному випадку залежала від співвідношення білків, жирів і вуглеводів у субстраті.

Максимальна продуктивність може бути визначена з умови:

$$\frac{E}{\tau} \rightarrow \max,$$

де E — глибина зброджування по ХСК, БСК₅, вуглецю тощо, яка залежить від швидкості розведення:

$$D = \frac{1}{\tau}.$$

Швидкість вилучення забруднень (N) корелюється зі швидкістю розведення співвідношенням:

$$N = D \cdot S,$$

де τ — час перебування рідини в метантенку; S_0 — вхідна концентрація субстрату; S_t — концентрація субстрату в момент відбору проби; D — швидкість розведення, ч⁻¹.

Вихід біогазу, або зняття з одиниці забруднень, визначається за формулою:

$$PV^{газ} = \frac{F}{V(S_0 - S_t\tau)} \cdot D,$$

де F — вихід газу, л/добу; V — робочий об'єм метантенка, л.

Для порівняльного аналізу режимів роботи анаеробних реакторів на практиці часто використовують показник швидкості газоутворення $PP^{газ}$:

$$PP^{газ} = \frac{F \cdot \rho}{V(S_0 - S\tau) \cdot D},$$

де ρ — щільність біогазу, яка складає 1,15 г/л.

У табл. 5, 6 наведено основні показники глибини зброджування субстрату по ХСК, БСК₅ при різних завантаженнях і температурних режимах. Наведені розрахунки й експериментальні дані свідчать про те, що глибина зброджування субстрату та вихід біогазів залежать від швидкості розведення і температурних умов. У мезофільних умовах глибина зброджування по ХСК становить 81—83%, по БСК₅ — 76%, у термофільних умовах глибина зброджування по ХСК збільшується до 87—88% і по БСК₅ — до 86%.

Таблиця 5. Показники процесу зброджування субстрату в метантенках

№	Показники	Размірність	Мезофільний режим					
			Завант., 10%		Завант., 20%		Завант., 40%	
			по ХСК	по БСК	по ХСК	по БСК	по ХСК	по БСК
1	Глибина зброджування	Е	0,83	0,76	0,81	0,76	0,83	0,76
2	Швидкість вилучення забруднень	Н, г/л. год	0,021	0,009	0,055	0,027	0,100	0,053
3	Питома швидкість газоутворюв.	ІРГаз, г/г	1,20	2,86	0,83	1,00	0,49	0,34
4	Вихід біогазу з од. забруднень	ІРГаз, л/г	1,04	2,71	0,48	0,36	0,73	0,82

Таблиця 6. Показники процесу зброджування субстрату в метантенках

№	Показники	Размірність	Термофільний режим					
			Завант., 10%		Завант., 20%		Завант., 40%	
			по ХСК	по БСК	по ХСК	по БСК	по ХСК	по БСК
1	Глибина зброджування	Е	0,87	0,78	0,87	0,86	0,88	0,82
2	Швидкість вилучення забруднень	Н, г/л. час	0,022	0,019	0,056	0,038	0,110	0,158
3	Питома швидкість газоутворюв.	ІРГаз, г/г	2,30	4,83	0,80	1,56	0,46	0,46
4	Вихід біогазу з од. забруднень	ІРГаз, л/г	1,76	4,30	0,70	1,86	0,40	0,39

У процесі метанового бродіння стічних вод свиначства утворюється до 5 об'ємів біогазу на 1 об'єм стоків, у складі якого міститься в середньому 64% метану. Концентрація речовин в результаті бродіння знижується з 2—4% до 0,5—1,0% по сухим речовинам. Отже, на кожні 15—30 кг зброджених речовин утворюється 3,2 м³ чистого метану.

Для очищення свиначських стоків доцільно використовувати термофільну метанову ферментацію. У лабораторних умовах управління процесом метанової ферментації здійснювалося регулюванням швидкості розведення субстрату, а також підтриманням необхідного температурного режиму.

Висновки

На підставі лабораторних досліджень напівбезперервної метанової ферментації стоків свинарського комплексу визначено мінімальну ($D_{\min} = 0,0168 \text{ ч}^{-1}$) і максимальну ($D_{\max} = 0,0042 \text{ ч}^{-1}$) швидкості розведення в безперервно діючому реакторі. Процес метанової ферментації повинен проходити в безперервному режимі в термофільних умовах ($t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$). Вологість зброженого осаду в метантенку повинна становити 92—98%.

Встановлено час аерації для очищення свинарських стоків (3 год). Подовжена аерація необхідна для більш глибокого вилучення забруднень, досягнення кращого значення валового індексу, зниження кольоровості оброблюваного стоку. Для цього передбачені два ступені аеротенків. В аеротенк 1-го ступеня повинні надходити стоки з ХСК не більше 900 мг O_2 /л, вмістом ЛЖК не більше 10 мг-екв/л, лужність стоку не менше 60 мг-екв/л. В аеротенк 2-го ступеня повинні надходити стоки з ХПК не більше 700 мг O_2 /л.

Доочищення стоків на біофільтрі з тришаровим завантаженням дозволяє знизити ХСК оброблюваної рідини до 398 мг O_2 /л, що відповідає 178,55 мг O_2 /л БСК₅ (коефіцієнт перерахунку 0,45).

Загальний ефект очищення (вихід біогазу) становив 5,2 л на 1л об'єму реактора на добу при термофільному режимі зброджування та добовим завантаженням 10% об'єму.

Концентрація метану в біогазі становить 64—68% об'єму при термофільному зброджуванні і 62% — при мезофільному.

Отримані дані доводять доцільність застосування даної технологічної схеми для очищення свинарських стоків і отримання біогазу. Для досягнення значень ХСК, відповідних нормам скидання у водойми, стоки рекомендується піддавати додатковій обробці на насосно-фільтрувальних станціях з подальшим озонуванням або впливом низькотемпературної плазми.

Література

1. *Савицький В.М.* Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: Навчальний посібник / В.М. Савицький, В.К. Хільчевський, О.В. Чунарьов // За ред. В.К. Хільчевського. — Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. — 152 с.
2. *Мироненко М.И.* Санитарная охрана внешней среды в районах промышленно-животноводческих комплексов / М.И. Мироненко, И.Ф. Ярмолик, А.В. Коваленко. — Москва: Медицина, 1978. — 160 с.
3. Характеристика сточных вод животноводческих комплексов и их роль в загрязнении природных вод. Обзор литературы. Гидрохимические материалы. Формирование и характеристика химического состава природных вод, методы их использования. — Москва: Гидрометеиздат, 1984. — П.97. — С. 100—119.
4. Крупные животноводческие комплексы и охрана окружающей среды (Под редакцией Д.П. Никитина). — Москва: Медицина, 1980. — 225с.
5. *Дисканенко А.П.* Гигиеническая оценка методов очистки природных и сточных вод / А.П. Дисканенко, Г.И. Пономарева, Г.В. Меренюк. — Кишинев. 1985. — С. 41—45.
6. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под редакцией В.Н. Самохина. — Москва: Стройиздат, 1981. — 639с.
7. *Дубровский В.С.* Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровский, У.Э. Виестур. — Рига: Зинатне, 1988. — 474 с.

8. Braun R. Anacrobic pretreatment of industrial wastewater II Eur. Congr. Diotechnol. — Munchen 10—14 sept. weihem.a. — 1984. — Vol. 3. — P. 104—114.
9. Hughes D.E. Possibilities in the future handling of food wastes // End. Recoi. — 1979. — P. 10—12.
10. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств. — Киев. Высшая школа, 1984. — 343 с.
11. Цыганков С.П. Утилизация сточных вод агропромышленных предприятий / С.П. Цыганков // Биотехнология. — 1987. — № 3. — С. 402—403.
12. Пачухова Е.С. Технологическая биоэнергетика / Е.С. Пачухова, Н.В. Березин // Биотехнология. — 1986. — № 2. — С. 1—12.
13. Никитин Г.А. Метановое брожение в биотехнологии / Г.А. Никитин. — Киев: Высшая школа, 1990. — 108 с.
14. Яковлев С.В. Канализация / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, А.И. Жуков. — Москва: Стройиздат, 1975. — 632 с.
15. Колесников В.П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / В.П. Колесников, Е.В. Вильсон. — Под ред. академика ЖКХ РФ В.К. Гордеева-Гаврикова. — Ростов-на Дону: «Изд-во «Юг», 2005. — 212 с.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАК СУБСТРАТ ДЛЯ АНАЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

О.О. Воронцов

Национальный университет пищевых технологий

В статье показана возможность использования высококонцентрированных сточных вод от животноводческих комплексов в качестве субстрата для анаэробных микроорганизмов. На основании лабораторных исследований полунепрерывной метановой ферментации стоков свиноводческого комплекса определены минимальная ($D_{\min} = 0,0168 \text{ ч}^{-1}$) и максимальная ($D_{\max} = 0,0042 \text{ ч}^{-1}$) скорости разведения в непрерывно действующем реакторе. Процесс метановой ферментации должен проходить в непрерывном режиме в термофильных условиях ($t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$). Доочистка стоков на биофильтре с трехслойной загрузкой позволяет снизить ХПК обрабатываемой жидкости до 398 мг $\text{O}_2/\text{л}$, что соответствует 178,55 мг $\text{O}_2/\text{л}$ БПК5 (коэффициент пересчета 0,45). Выход биогаза составил 5,2 л на 1 л объема реактора в сутки при термофильном режиме сбраживания и суточной загрузке 10% объема. Концентрация метана в биогазе составляет 64—68% объема при термофильном сбраживании и 58—62% — при мезофильном. Общций эффект очистки составляет 91,6%.

Ключевые слова: *очистка сточных вод, биогаз, метан, метантенк, анаэробная (метановая) ферментация, глубина сбраживания, стоки животноводческого комплекса.*

УДК: 336.763.31.

TECHNOLOGY TRANSFER AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF UKRAINE IN THE XXI CENTURY

P. Boyko, M. Bondar, A. Kutz, P. Shiyan

National University of Food Technologies

Key words:

*Transfer of technology
Innovation
Intellectual property*

Article history:

Received 17.09.2016

Received in revised form
05.10.2016

Accepted 26.10.2016

Corresponding author:

P. Boyko

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article deals with the state of the global marketplace of ideas and technologies and the prospects for Ukraine in terms of international scientific cooperation as a vendor of technologies. The question of innovation within the transfer of technology, the classification of such transfers and the development of enterprises and protecting them from possible hostile takeover by commercialization are considered in this study, as well as intellectual property protection.

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ — ОСНОВА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ У ХХІ СТОЛІТТІ

П.М. Бойко, М.В. Бондар, А.М. Куц, П.Л. Шиян

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто питання стану світового ринку ідей і технологій, перспективи України в плані розвитку міжнародного науково-технічного співробітництва як продавця технологій. Досліджено питання організації в рамках інноваційної діяльності трансферу технологій, запропоновано класифікацію таких трансферів, а також стратегії розвитку підприємств та їх захист від можливих рейдерських захоплень шляхом комерціалізації й захисту об'єктів інтелектуальної власності.

Ключові слова: *трансфер технологій, інноваційна діяльність, інтелектуальна власність.*

Постановка проблеми. Характерною ознакою розвитку суспільства у ХХІ ст. є зміщення акцентів у пріоритетних напрямках розвитку національних економік найбільш розвинених країн. Так, декілька років тому країни ЄС провели оцінку вартості свого економічного потенціалу. При цьому понад 50% (а у випадку Німеччини, Великої Британії, Франції) 60—70% «вартості країни» склали нематеріальні активи, тобто інтелектуальний потенціал нації. Аналогічна ситуація спостерігається і у випадках оцінки вартості активів (чи акцій) окремих компаній.

Для України перехід на інноваційну модель розвитку є життєвою необхідністю для зростання ВВП та створення нових робочих місць не в сировинній базі, а в інтелектуальній сфері, що матиме високий експортний потенціал. Продавати потрібно не метал і зерно, а технології та патенти на їх використання.

Глибина розуміння можливостей науково-технічного потенціалу та мотивації до інноваційної діяльності у підприємств залежать насамперед від рівня розвитку вже існуючих проблем виробничих технологій і розвиненості інформаційного забезпечення виробничої сфери. У ланцюгу ефективного здійснення інноваційної діяльності особливу актуальність має момент передачі технології від наукової сфери до виробничої — трансферу технологій. Існує думка, що комерціалізація технології є завершальним етапом трансферу технологій. Проте окремі науковці вважають, що комерціалізація технології — це те ж саме, що й комерційний трансфер, який слід розглядати як один зі способів здійснення комерціалізації.

Трансфер технологій завжди передуює процесам їх комерціалізації і передбачає сукупність специфічних явищ і процесів. У свою чергу, комерціалізація технологій означає перетворення технологій у джерело прибутку, тобто комерціалізацію визначають як будь-яку діяльність, спрямовану на отримання доходу від використання результатів наукових досліджень, вмінь і навичок, набутих від володіння певною технологією.

Мета статті: дослідити питання організації в рамках інноваційної діяльності трансферу технологій, здійснити класифікацію таких трансферів, визначити перспективи України в плані розвитку міжнародного науково-технічного співробітництва як продавця технологій.

Виклад основних результатів дослідження. *Теоретичні і практичні передумови переходу економіки на інноваційну модель розвитку.* Науково-технічна революція кінця минулого століття значно прискорила процеси оновлення техніки й технологій, вплинувши також і на цикли розвитку світової економіки. Ми були свідками фінансової кризи 2007—2009 рр., після якої економіка ряду країн почала розвиватися досить швидкими темпами (Китай, Південна Корея). Але вже з 2015 р. спостерігається сповільнення темпів зростання національних економік, що призвело, зокрема, до зменшення споживання нафти та фактичного обвалу цін на нафту по всьому світу.

Термін «інновація» був введений у науковий обіг у 1939 р. відомим австрійським економістом Й. Шумпетером. Класична теорія інновації базується на тому положенні, що основним носієм науково-технічного прогресу є підприємець, який використовує особистий і залучений інтелектуальний капітал для забезпечення технічних та економічних переваг у конкурентній боротьбі.

За теорією Й. Шумпетера, інновація в буквальному перекладі означає впровадження наукового відкриття (технологічного винаходу). В широкому розумінні до інновацій відносяться процедури та засоби, за допомогою яких наукове відкриття реалізується в економічних нововведеннях.

Починаючи з 60-х років минулого століття, світова економіка перейшла на інтенсивний шлях розвитку, основними рисами якого є включення наукових

досліджень до циклу «наука-техніка-виробництво». Економічне зростання за цих умов здійснюється завдяки розширенню обсягів впровадження досягнень науки і техніки, модернізації виробництва і застосування високопродуктивного обладнання та високих технологій.

Феномен НТР привів до того, що до кінця ХХ ст. технологія стає все більш активною формою знань і включає в себе досвід культурного, соціального, організаційного, комерційного та виробничого характеру.

На сьогодні трансфер технологій передбачає не тільки передачу знань, а й перетворення їх в інноваційну технологію за активної участі як джерела цієї технології/винаходу, реципієнта/користувача, так і кінцевого споживача продукту, виробленого за допомогою згаданої інновації. При цьому трансфер технологій передбачає участь, як мінімум, двох найважливіших суб'єктів цього процесу, наявність яких є обов'язковою умовою його існування — джерела і реципієнта технології.

Узагальнену класифікацію трансферу технологій представлено у формі таблиці (табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація трансферу технологій на промислових підприємствах

№ з/п	Класифікаційна ознака	Види технологій
1.	За формою	Матеріальні форми технологій: підприємства «під ключ», технологічні лінії, агрегати, обладнання, інструменти тощо; нематеріальні форми технологій: патенти, ліцензії, ноу-хау, знання, досвід, технологічна документація тощо; послуги: науково-технічні, інжинірингові, консультативні, навчання.
2.	За призначенням	Технології продуктів, технології процесів, технології управління.
3.	За засобами передачі технологій	Комерційні і некомерційні, двосторонні і багатосторонні, офіційні і неофіційні, внутрішні і зовнішні технічні; конструкторські; виробничі; інформаційні.
4.	За сферою розповсюдження	Міждержавні, міжрегіональні, регіональні, міжгалузеві, міжфірмові.
5.	За типом передачі технологій	Вертикальні (між головною і дочірньою фірмами) і горизонтальні (між незалежними фірмами).
6.	За змістом технологічних досягнень, що передаються підприємством	Технічна передача в матеріалізованій формі; інформаційна у вигляді інтелектуального продукту

Інтелектуальний капітал має високу ціну. Той, хто ним володіє, завжди може розраховувати на вагоме місце в міжнародній спільноті.

Таким чином, на початку ХХІ ст. світова економіка формує нову парадигму науково-технічного розвитку, складовими якої виступають швидкий розвиток «економіки знань», посилення соціально орієнтованих технологій, глобальний характер створення знань, технологій, продуктів, послуг.

Однак не всі країни в змозі перейти на такий розвиток своєї економіки. З'явився «технологічний бар'єр» між постіндустріальними країнами, що

володіють ключовими високим технологіями, та країнами, що знаходяться на початкових стадіях розвитку, які змушені купувати високотехнологічну продукцію за монопольно високими цінами. Приблизно в такому стані знаходиться наша країна. Але екстенсивний чи сировинний шляхи розвитку єбезперспективними, тому відтворення суспільного виробництва повинно орієнтуватися на інноваційно-інвестиційну модель економіки, яка пов'язана з реалізацією інтелектуального продукту. Відтворюваний цикл зорієнтований на комерціалізацію інтелектуальної власності і потребує значних інвестицій, які спрямовані як на набуття наукових знань, так і на перетворення їх у конкурентоспроможний товар.

Технологічний розвиток будь-якої країни світу неможливий без ефективного функціонування механізмів трансферу технологій як складових національної інноваційної системи. Так, у передмові до доповіді Всесвітньої організації інтелектуальної власності (ВОІВ) під назвою «Мінливий вигляд інновацій» її генеральний директор відзначив, що «інноваційне зростання більше не є прерогативою винятково країн із високим доходом; технологічний розрив між багатими й бідними країнами скорочується» [3]. Це відбувається за рахунок прискореного формування механізмів трансферу технологій у країнах поза ядром технологічних лідерів

Відповідні дані свідчать, що компанії стали частіше торгувати правами інтелектуальної власності та ліцензувати їх. У міжнародному масштабі доходи від роялті й ліцензійних зборів зросли з 2,8 млрд дол. США у 1970 р. до 27 млрд дол. США у 1990 р. і приблизно до 180 млрд дол. США у 2009 р., тобто темпами, що значно випереджають зростання ВВП [4].

Крім того, багато країн запровадили політику, спрямовану на використання результатів державних досліджень для інновацій. Одним із елементів такої політики є стимулювання патентної діяльності в університетах і державних дослідницьких організаціях з подальшою комерційною розробкою їхніх винаходів. Кількість заявок, що подаються університетами й державними дослідницькими організаціями, згідно з Договором про патентну кооперацію (РСТ) ВОІВ, зросла майже з нуля в 80-х роках минулого століття до понад 15000 у 2010 році. Значна частина цього приросту припадає на країни з високим рівнем доходів — головним чином на Францію, Німеччину, Японію, Велику Британію та США. Однак помітне зростання спостерігається також у багатьох країнах із середнім рівнем доходу. Що стосується університетів, то у відповідному рейтингу таких країн лідирує Китай (2 348 заявок, поданих за процедурою РСТ у період 1980—2010 рр.), за ним ідуть Бразилія, Індія та Південна Африка. У випадку державних дослідницьких організацій на частку Китаю та Індії припадає 78% від загальної кількості заявок, що подаються в країнах із середнім рівнем доходу.

Отже, перехід України на інноваційну модель розвитку — це об'єктивна умова збереження економічної незалежності в сучасних умовах.

Основним завданням нашої держави при її входженні в СОТ було забезпечення збереження конкурентоспроможності вітчизняної промисловості, в тому числі і харчової, на «відкритому ринку». Підготування України

до вступу в СОТ та режиму вільної торгівлі з ЄС висвітлили низку проблем, успішне розв'язання яких можливе лише за умови переведення підприємств промисловості на інноваційні засади розвитку. Саме тому в найближчій перспективі інноваційної діяльності має бути орієнтація на збільшення частки продукції зі значним ступенем доданої вартості — вітчизняних наукоємних високотехнологічних видів продукції.

Сьогоднішній світ розвивається в умовах жорсткої конкуренції на ринку наукоємних технологій, товарів і послуг, переходу провідних країн до пост-індустріальних економік. Науково-технічний потенціал нині є визначальним фактором, що забезпечує конкурентоспроможність національної економіки.

Сьогодні приріст валового продукту в найбільш розвинутих країнах світу на 70...80% визначається інноваційними досягненнями.

Лідерами впровадження передових технологій є Південна Корея, Сінгапур, Японія, США, Китай та інші країни. На світовому ринку частка цих країн, населення яких не перевищує 25% населення планети, сягає практично 80%. У той же час частка України становить приблизно 0,1%.

Сьогодні основу національної економіки нашої країни становлять сировинні та низькотехнологічні галузі, що істотно знижує потенціал розвитку України як конкурентоспроможної держави в довгостроковій перспективі. Результати наукових досліджень і науково-технічних розробок суттєво не впливають на зростання валового національного продукту, наукоємна складова якого не перевищує 1,5%.

Зрозуміло, що з огляду на ситуацію в країні, держава не в змозі повністю фінансувати науково-технічний розвиток економіки, тому її основне завдання — створення умов для економічної та моральної мотивації праці творчої людини, забезпечення економічної зацікавленості наукових інвесторів і підприємств у впровадженні новітніх технологій.

Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» [1] спрямований на створення умов для ефективного використання знань і формування національної інвестиційно-інноваційної моделі при забезпеченні прав приватної власності, включаючи об'єкти інтелектуальної власності. Згідно із завданням уряду, розширення і розвиток інноваційної діяльності має стати одним із найважливіших системних чинників підвищення рівня конкурентоспроможності економіки та національної безпеки України. Йдеться передусім про впровадження передових технологій, що реалізуються в галузях промисловості із впровадженням передових енергозберігаючих технологій і технологій з виробництва та використання альтернативних джерел енергії (насамперед палива). Уряд повинен звернути увагу на те, що інноваційні технології мають не лише економічну, а і соціальну складову, забезпечуючи як збереження існуючих, так і створення нових робочих місць, впровадження нових технологій, видів палива, збереження довкілля, запобігання «відпливу мізків», розвиток регіонів тощо.

Питанням забезпечення інноваційного розвитку України опікується Верховна Рада, Кабінет Міністрів, Рада нацбезпеки і оборони. При останній створено Міжвідомчу робочу комісію з питань науково-технічної безпеки,

основним завданням якої, зокрема, є ефективне державне регулювання діяльності органів виконавчої влади щодо практичного сприяння інноваційним процесам, захисту інтелектуальної власності, трансферу технологій, забезпечення технологічної безпеки держави, реалізації державної стратегії науково-технічного розвитку України та створення реальних умов для переходу економіки на інноваційну модель розвитку.

Світовою практикою напрацьовано три типи стратегій інноваційного розвитку:

- стратегія перенесення (використання зарубіжного науково-технічного потенціалу та перенесення його досягнень на терени власної економіки);
- стратегія запозичення (освоєння виробництва високотехнологічної продукції, що вже виробляється в інших країнах);
- стратегія нарощування (використання власного науково-технічного потенціалу).

На даний час в Україні переважають ознаки першого та другого типу інноваційного розвитку.

Цінність знань, тобто непатентована інформація і буде становити некомерційну форму трансферу технологій, до якої відносять: фундаментальні дослідження, ділові ігри, наукові відкриття і технологічні винаходи. Некомерційний трансфер технологій найчастіше використовується в галузі наукових досліджень фундаментального характеру. Зазвичай він супроводжується невеликими витратами (особливо валютними) і може підтримуватися як по державній лінії, так і на основі фірмових і особистих контактів (табл. 2).

Таблиця 2. Інструменти некомерційного трансферу технологій

Інструменти некомерційного трансферу технологій		
Вільна науково-технічна інформація: наукові і професійні технічні журнали, періодика та інша спеціальна література, бази і банки даних, патентні видання, документи, довідники.	Доповіді і виступи на: міжнародних конференціях, семінарах, симпозіумах, ярмарках, виставках.	Стажування вчених і фахівців в університетах та організаціях; обмін ліцензіями і технічною інформацією на паритетній основі; створення невеликих фірм венчурного типу фахівцями з однієї або із різних країн; створення великими корпораціями зарубіжних маркетингових підрозділів; міграція вчених і фахівців, у тому числі «відтік мізків».

Аналізуючи вплив чергового сповільнення розвитку глобальної економіки на стан справ в Україні, слід зазначити, що тенденції останнього періоду (у тому числі інфляційні) мають і об'єктивні причини, важливою з яких є технологічна деградація виробництва. Інвестиції в застарілі технологічні уклади спричиняють зростання інфляції витрат. Вимираючі технології, що знаходяться в останній сфері свого життєвого циклу і наближаються до своїх технологічних меж, здатні поглинути будь-який обсяг інвестицій без адекватної віддачі.

Сьогодні в країні визріли умови для поєднання накопиченого наукового, виробничого досвіду та переконливої усвідомленості органів влади всіх рівнів у напрямі формування інноваційної стратегії розвитку корпоративних структур як рушійної сили в забезпеченні інноваційної складової в економічному зростанні країни.

Розроблення та подальше впровадження у виробництво інноваційних технологій дозволить в значній мірі вирішити питання впровадження енергозберігаючих технологій, зменшення питомих витрат енергоресурсів у суспільному виробництві, використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, що забезпечить підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках.

Трансфер технологій як структурна складова інноваційної системи. Формування і розвиток національної інноваційної системи є невід'ємною частиною економічної політики держави. Як відмічено в Концепції розвитку національної інноваційної системи, Україна немає іншого шляху розвитку, ніж формування економіки, заснованої на знаннях економіки інноваційного типу.

Ефективний інноваційний процес являє собою послідовність творчої, виробничої та комерційної діяльності і в сукупності призводить до створення інновації у виробничій і соціальній сферах, дозволяє підняти до світових стандартів рівень життя населення і забезпечує економічну безпеку держави [5].

Справжнє багатство країни визначається не запасами мінеральних ресурсів чи золота, а обсягом наукових знань, інтелектуального продукту. Ефективність інноваційного процесу охоплює комплекс відносин від ідеї до комерційної реалізації і залежить від ефективності механізму трансферу технологій, тому трансфер технологій необхідно розглядати як структурну складову інноваційної системи. Держава реалізує свою інноваційну політику, забезпечуючи спільну роботу науки, виробництва і бізнесу.

Комерціалізація результатів інтелектуальної творчої праці передбачає їх трансфер як у межах країни, так і за її межами. Аналіз зовнішнього трансферу на підставі ліцензійних угод свідчить, що переважна більшість імпортованих технологій надходить до України із запізненням на 10 і більше років, що означає неприйняття українським виробником наявних вітчизняних наукових розробок, витіснення національного товаровиробника з внутрішнього ринку, суттєвого відтоку капіталу за кордон через сплату роялті та дивідендів, тобто інвестування зарубіжної економіки. Законодавець основну увагу повинен приділяти антиконкурентному контролю при імпорті технологій, просуванню вітчизняних технологій на зарубіжні ринки при додержанні зваженого підходу до міжнародного співробітництва у сфері трансферу технологій, не обмежуючись лише залученням іноземних інвестицій.

Існує два види інвестицій в інноваційні технології: фінансові і науково-технічні (інтелектуальні). Фінансові інвестиції без залучення новітніх технологій можуть дати короткострокові позитивні результати, але в кінцевому рахунку не дозволять витримати конкуренції на ринку та зайняти домінуючі позиції у відповідній сфері діяльності. Науково-технічні інвестиції в розвиток суспільного господарства тільки тоді стають рушійною силою економічного

й технічного прогресу, коли відбувається широка комерціалізація ОІВ і створюються дієві матеріальні стимули в роботі не тільки науковців, а й виробників із залученням їх технічних знань, виробничого досвіду та навичок, тобто залучається інтелектуальний потенціал усіх учасників інноваційного процесу.

Швидке просування ОІВ на ринок стає можливим, коли забезпечений баланс інтересів інвесторів, науковців і виробників. Іноді інтелектуальна складова виробників в ОІВ може досягати і навіть перевищувати первинну інтелектуальну складову ОІВ. Винаходи та корисні моделі стають придатними до впровадження, коли забезпечені необхідною нормативно-технічною документацією, яка, у свою чергу, може мати ознаки ОІВ у вигляді ноу-хау.

Для ефективного використання наукового та інтелектуального потенціалу необхідно задіяти всі складові механізми трансферу технологій. Найголовніше — забезпечити трансфер технологій на законодавчому та фінансовому рівнях: державне фінансування; приватне інвестування та інтелектуальне інвестування.

Останнє нерозривно пов'язано із захистом прав інтелектуальної власності, створенням організаційних структур, доведенням наукоємних розробок до споживача.

Через бюрократичну повільність державних органів створені за рахунок державного фінансування об'єкти права інтелектуальної власності швидко застарівають ще до залучення їх до господарського обігу.

Залучення приватного та інтелектуального інвестування залежить від ряду факторів, які впливають на ефективність їх використання: потреба в значних фінансових ресурсах під час проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт; значні фінансові ризики; відсутність гарантованої ефективної інноваційної експертизи проектів; недостатньо дієвий механізм охорони прав інтелектуальної власності; значний проміжок часу від вкладання грошей до отримання фінансового результату.

Стимулювання фінансування наукових досліджень і прикладних розробок приватними структурами визначено в проекті Закону України «Про венчурну діяльність в інноваційній сфері». Венчурне фінансування інноваційної діяльності є важливим фінансовим засобом технічного прогресу в пост-індустріальному суспільстві.

Венчурний бізнес — різновид бізнесу, що орієнтується на практичне використання технічних і технологічних новинок, результатів наукових досліджень, ще не апробованих на практиці і які мають підвищений економічний ризик, але при досягненні позитивного результату забезпечують високі прибутки.

Інноваційна діяльність тісно пов'язана із сукупністю правовідносин у сфері інтелектуальної власності, тому принципового значення набуває вирішення питання спільного володіння правами (авторства) на об'єкти права інтелектуальної власності та винагороди за їх впровадження.

Для активізації інноваційної діяльності та діяльності у сфері трансферу технологій Кабінет Міністрів України прийняв Постанову, в якій передба-

чено винагороду не тільки авторам інноваційних технологій, а й особам, які сприяють їх впровадженню у виробництво. Це повинно стати вагомим важелем у мотивації інтелектуальної праці не тільки науковців, а й виробників, їх зацікавленості у впровадженні результатів науково-дослідних (НД) та дослідно-конструкторських робіт (ДКР) у виробництво. Крім фінансової підтримки НД та ДКР, держава повинна створювати механізми зниження інноваційних ризиків і подолання так званого «інноваційного бар'єру», що визначає потенційну можливість або неможливість комерційного використання досягнень науки, створювати умови, за яких інтереси вчених-виробників та інвесторів зближуються.

Основним завданням держави є створення умов для подолання розриву між кількістю результатів науково-технічних розробок і фактичною кількістю їхнього комерційного використання. Кожна з економічно розвинутих країн має свій досвід подолання «інноваційного бар'єру». Існує ряд способів такого подолання, але в основі кожного знаходиться венчурний капітал (венчурні фонди).

Становлення системи венчурного інвестування в науково-технічній сфері, розвиток малого інноваційного бізнесу шляхом формування сприятливих умов та інфраструктури (технологічні інноваційні парки, інкубатори, технопарки, центри трансферу технологій тощо) є тією низкою принципів заходів, яку необхідно впроваджувати у процесі комерціалізації результатів досліджень і розробок.

Інноваційно спрямована державна політика повинна бути спрямована на розвиток малого технологічного бізнесу, розробку й розвиток різних фінансових механізмів фінансування науково-технічних досліджень на державному рівні, створення системи трансферу результатів НД та ДКР. Для перетворення трансферу технологій на дієвий інструмент реалізації пріоритетів технологічного розвитку держави необхідно забезпечення широкого доступу до патентної інформації, надання послуг на ринку інноваційного продукту.

Більшість країн, які свій майбутній економічний розвиток пов'язують із здобутками науки та активними інноваційними процесами, розробили нормативно-правову базу, що визначає стратегічне та концептуальне бачення національної економічної системи. В Україні правовою основою для створення та регулювання ринку технологій є Закон України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» [2] та відповідні йому нормативно-правові акти центральних органів виконавчої влади.

У сучасному світі вирішальним фактором економічного розвитку є інститут авторського права та промислової власності. Через стимулювання створення об'єктів інтелектуальної власності (як основної складової інноваційної системи), їх захист та комерціалізацію створюються умови для досягнення гідного місця у світовій спільноті.

Об'єкти інтелектуальної власності як нематеріальні активи підприємства. Сучасний етап розвитку суспільства дозволив сформувати інфраструктуру розвитку нематеріальних активів (НМА), яка об'єднує інформаційні, комп'ютерні та наукоємні технології. Вирішення виробничо-економіч-

них завдань сучасних компаній із забезпечення прибутку при зниженні трудових, фінансових і матеріальних витрат залежить від інтелектуалізації праці. Це надає особливого значення НМА як засобам інтелектуалізації виробництва. Властивість, що є основною цінністю нематеріальних активів, полягає у можливості трансформації їх інноваційного потенціалу в новизну товарів і послуг. При цьому характеристики даного ресурсу не погіршуються і термін його використання практично необмежений.

Протягом нового століття тенденція збільшення частки НМА в зарубіжних компаніях відносно матеріальних стала переважаючою, а у деяких випадках — домінуючою. Яскравим прикладом цього є оцінка статків засновників соціальних мереж, а також будинків моди. Вирішальну роль в активізації використання НМА відіграло усвідомлення людством вичерпності природних ресурсів — сировинних запасів промисловості та вуглеводневих джерел енергії. Актуалізації інтелектуальних складових праці також сприяло різке погіршення екологічного стану.

Згідно з нормами вітчизняного законодавства до нематеріальних об'єктів відносять різного роду права, у т.ч. право на використання об'єктів інтелектуальної власності. Основною рисою об'єкта права інтелектуальної власності у складі нематеріальних активів є наявність документів, які оформлені належним чином і підтверджують наявність самого нематеріального активу та право підприємства на результати інтелектуальної праці (патенти та інші охоронні документи, договори щодо відчуження та придбання). Нематеріальні активи є об'єктом правовідносин і їх облік забезпечується нормативно-правовою базою, що включає відповідні закони, положення з бухгалтерського обліку, методичні рекомендації та інструкції профільних міністерств [6].

Увага, що приділяється інтелектуальній власності, викликана двома основними причинами. Перша — її використання може забезпечити суттєво більший економічний ефект, ніж використання звичайних матеріальних активів. Друга — інтелектуальна власність сама по собі має вартість і може бути об'єктом купівлі-продажу.

Існує три шляхи залучення НМА до господарського обігу:

- збільшення капіталізації підприємства за рахунок реєстрації, оцінки і залучення в обіг НМА підприємства;
- організація безпеки бізнесу за рахунок недопущення встановлення прав на НМА третіх осіб або конкурентів;
- оптимізація оподаткування підприємства з використанням можливостей, передбачених діючим законодавством.

Комерціалізація ОІВ дозволяє збільшити капіталізацію підприємства за рахунок залучення в обіг НМА, організувати безпеку бізнесу за рахунок недопущення встановлення прав конкурентів на ОІВ, оптимізувати оподаткування підприємства.

Висновки

У XXI ст. для країни, яка хоче увійти до спільноти розвинених країн, альтернативи інноваційній моделі розвитку не існує. Україна має значний

науковий і технологічний потенціал, який здатен забезпечити перехід на інтенсивний розвиток наукоємних і високотехнологічних виробництв, вихід вітчизняних фахівців на світовий ринок знань та інформації.

За сприяння держави (не тільки фінансового, але й інформаційного) та вирішення проблемних питань розвитку Україна протягом нетривалого часу здатна посісти гідне місце у світі як за рівнем матеріального стану населення, так і рівнем розвитку науки.

Література

1. Закон України № 3715-VI від 08.09.2011 «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/>.
2. Закон України № 143-V від 14.09.2006 «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/>.
3. Доклад ВОИС демонстрирует растущий спрос на инновационные тенденции в области ИС. — Женева, 14.11.2011. PR/2011/700 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://w.w.w.wipo>.
4. World Intellectual Property Report 2011. The Changing Face of Innovation [Electronic Resource] / World Intellectual Property Organization, Geneva, Switzerland. — Mode of access: URL: <http://w.w.w.wipo.int>.
5. Рудченко І. Трансфер технологій як елемент інноваційної інфраструктури / Теорія і практика інтелектуальної власності. — 2008. — № 4. — С. 63—68.
6. Кліменко А. Нематеріальні активи: від придбання до ліквідації. — Харків: Фактор. 2005. — 329 с.
7. Vasylenko T. Best available technology - innovative methodological framework efficiency of sugar production / T.Vasylenko, S. Vasylenko, J. Sidneva, V. Shutiuk // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V.3. — I. 1. — P.122.

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ — ОСНОВА РАЗВИТИЯ УКРАИНЫ В XX ВЕКЕ

П.Н. Бойко, Н.В. Бондар, А.М. Куц, П.Л. Шиян

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассматриваются вопросы состояния мирового рынка идей и технологий, а также перспективы Украины как продавца технологий в контексте развития международного научно-технического сотрудничества. Исследован вопрос организации трансфера технологий в рамках инновационной деятельности, предложена классификация таких трансферов, а также стратегии развития предприятий и их защиты от возможных рейдерских захватов путем коммерциализации и защиты объектов интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: *трансфер технологий, инновационная деятельность, интеллектуальная собственность.*

УДК 336.1

THE ROLE OF LOCAL DEVELOPMENT BUDGETS IN THE FORMATION OF LOCAL BUDGETS OF REGIONAL GROUPS

S. Esh, B. Pyuro

National University of Food Technologies

Key words:

*Local budget
Budget system
Local finance
State budget
General and special funds
Income and expenses of
local budget
Local development budget*

Article history:

Received 24.09.2016
Received in revised form
12.10.2016
Accepted 24.10.2016

Corresponding author:

S. Esh
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article deals with economic essence and importance of local budgets in the development of budget system of Ukraine and describes the main components of local budgets. A comparative analysis of the revenues and expenditures of local budgets is conducted; the role of local budgets in the formation of the local budgets of regional groups is defined. The local budget is a plan of expenditures and revenues of the relevant local authority or authorities, as well as a legal act according to which an Executive will be entitled to receive certain funds. As an economic category, the local budget is investigated using a set of monetary resources, which are distributed between local governments and entities that use funds for socio-economic development of territorial entities and the welfare of their populations. Features of the local budgets are determined by the fact that they clearly reflect a limited part of monetary relations, which operate in a particular territory ensuring its financial independence.

РОЛЬ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ РОЗВИТКУ ПРИ ФОРМУВАННІ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

С.М. Еш, Б.І. Пюро

Національний університет харчових технологій

У статті розкрито економічну сутність і значення місцевих бюджетів у розвитку бюджетної системи України, розглянуто основні складові місцевих бюджетів. Проведено порівняльний аналіз доходів і видатків місцевих бюджетів, визначено роль місцевого бюджету розвитку при формуванні місцевих бюджетів територіальних громад. Як економічна категорія місцевий бюджет досліджується через сукупність грошових ресурсів, що розподіляються між місцевими органами самоврядування та суб'єктами, які використовують ці кошти для соціально-економічного розвитку територіальних утворень і поліпшення добробуту їх населення. Особливість місцевих бюджетів визначається тим, що вони відображають чітко обмежену частину

грошових відносин, які функціонують на окремій території, та забезпечують її матеріальну незалежність.

Ключові слова: *місцевий бюджет, бюджетна система, місцеві фінанси, загальний і спеціальний фонди, доходи і видатки місцевих бюджетів.*

Постановка проблеми. На початку 90-х років минулого століття в науковій літературі значна увага приділяється категорії «місцеві фінанси». Переважно місцеві фінанси трактувались як сукупність фінансових взаємовідносин, спрямованих на формування грошових коштів на місцевому рівні для забезпечення виконання функцій місцевими органами влади, що покладені на них. Нині місцеві фінанси досліджуються як система, основними складовими якої є доходи, видатки, місцеві бюджети, суб'єкти, об'єкти, місцеві фінансові інститути та взаємозв'язки між ними. Серед визначених складових ключовим елементом, що забезпечує взаємозв'язок між ними, є місцевий бюджет. Це фінансова база органів місцевого самоврядування та вирішальний фактор регіонального розвитку. Наявність місцевих бюджетів закріплює економічну самостійність місцевих органів самоврядування, активізує господарську діяльність, дозволяє їм розвивати інфраструктуру на підвідомчій території, розширювати економічний потенціал регіону, виявляти і використовувати резерви фінансових ресурсів.

Відповідно до Бюджетного кодексу, місцевий бюджет поділяється на поточний бюджет і бюджет розвитку. Варто відмітити особливу роль бюджетів розвитку, які є складовою частиною спеціального фонду місцевих бюджетів і створюються з метою фінансування програм соціально-економічного розвитку відповідних територій, пов'язаних із розширеним відтворенням, тому на сьогодні особливо актуальним є питання формування місцевих бюджетів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми пошуку шляхів зміцнення фінансової бази місцевих органів влади розглядалися як вітчизняними, так і зарубіжними вченими. Серед зарубіжних слід виділити праці А. Сміта, Дж. Стігліца, К. Чижова, Х. Циммермана, Н. Ширкевича та ін., які розкривають питання добробуту нації та муніципальних фінансів [1]. Серед вітчизняних учених дослідження питань місцевих бюджетів займалися такі науковці, як: О. Василик, В. Кравченко, О. Кириленко, І. Лазепко, І. Луніна, О. Музика, К. Павлюк, Ю. Пасічник, О. Сунцова, І. Чугунов та ін. Так, О.А. Музика провела всебічний аналіз доходів місцевих бюджетів [2].; О.О. Сунцова, О.П. Кириленко розглянули коло питань, що стосуються сутності місцевих фінансів і конкретно категорії «місцеві бюджети» [3].

Нині в науковій літературі приділяється увага формуванню місцевих бюджетів конкретних регіонів [4, с. 140], однак практичних напрацювань усе ще недостатньо для повного втілення ідеї місцевих бюджетів у життя. Йдеться про формування грошових коштів на місцевому рівні, які повинні покращити рівень життя територіальних утворень.

Метою статті є дослідження бюджету розвитку місцевих бюджетів, визначення напрямів удосконалення формування місцевих бюджетів, проведення аналізу надходжень і видатків місцевих бюджетів протягом останніх років.

Викладення основного матеріалу. Відповідно до Бюджетного кодексу України, місцеві бюджети включають обласні, районні бюджети та бюджети місцевого самоврядування [5]. Особливу роль при дослідженні місцевих бюджетів відіграє їх поділ на «поточний бюджет» і «бюджет розвитку», що вперше знайшло відображення у Законі України «Про місцеве самоврядування в Україні» [6]. Саме статтею 64 цього Закону визначено спрямування коштів бюджету розвитку на реалізацію програм, пов'язаних із здійсненням інвестиційної та інноваційної діяльності, із соціально-економічним розвитком відповідної території, а також на фінансування субвенцій та інших видатків, пов'язаних із розширеним відтворенням. З економічної точки зору бюджет розвитку є механізмом, за допомогою якого покращується розвиток територіального утворення: за рахунок залучення власних ресурсів в економіку регіону створюються нові робочі місця, покращується інвестиційна та інноваційна діяльність, що в загальному сприяє формуванню економічного потенціалу регіону.

Переважно кошти місцевого бюджету розвитку забезпечують виконання таких питань, як:

1. Покриття дефіциту місцевого бюджету за рахунок місцевих позик чи інших запозичень. Усі залучені кошти за законом спрямовуються виключно до бюджету розвитку.

2. Використання надлишку коштів, сформованого внаслідок бюджетного профіциту. Такі кошти передаються із загального фонду до бюджету розвитку.

3. Спрощення процедури надання субвенцій з обласного бюджету бюджетам міст і районів. Субвенції на соціально-економічний розвиток і низку капітальних видатків бюджетів нижчого рівня фінансуються за рахунок обласного бюджету розвитку.

Однією з передумов виокремлення бюджету розвитку в складі місцевого бюджету є визначення сталого обсягу надходжень бюджету, що направлятимуться на реалізацію інвестиційних проектів. Державою закріплено перелік дохідних джерел, що зараховуються до бюджету розвитку місцевих бюджетів — це як закріплені, так і власні надходження. Закріплені дохідні джерела використовуються на фінансування делегованих органам місцевого самоврядування повноважень. Власні надходження бюджету розвитку пов'язані виключно з виконанням повноважень місцевого самоврядування.

У табл. 1 представлені надходження і напрями витрачання коштів бюджету розвитку місцевих бюджетів.

Таблиця 1. Надходження до бюджету розвитку місцевих бюджетів і напрями їх витрачання, побудовано авторами за [6, ст. 71]

Надходження до бюджету розвитку місцевих бюджетів	Напрями витрачання коштів
1	2
Місцеві запозичення	Погашення місцевого боргу
Плата за надання місцевих гарантій	Капітальні видатки, включаючи капітальні трансферти іншим бюджетам

Продовження табл. 1.

1	2
Кошти від відчуження майна, що перебуває в комунальній власності, кошти від продажу земельних ділянок несільсько-господарського призначення або прав на них	Проведення експертної грошової оцінки земельної ділянки, що підлягає продажу, за рахунок авансу, внесеного покупцем земельної ділянки
Капітальні трансферти (субвенції) з інших бюджетів	Внески органів місцевого самоврядування до статутного капіталу суб'єкта господарювання
Кошти від повернення кредитів, наданих з відповідного бюджету та відсотки, сплачені за користування ними	Платежі, пов'язані з виконанням гарантійних зобов'язань територіальної громади міста
Дивіденди (дохід), нараховані на акції (частки, паї) господарських товариств, у статутних капіталах яких є комунальна власність	Підготовка земельних ділянок несільськогосподарського призначення або прав на них для продажу на земельних торгах та проведення таких торгів
Кошти, які передаються з іншої частини місцевого бюджету за рішенням відповідної місцевої ради	Розроблення містобудівної документації на місцевому та регіональному рівнях

Згідно з новою редакцією Бюджетного кодексу (2010 р.), бюджет розвитку включає капітальні видатки, які спрямовуються на:

- соціально-економічний розвиток регіонів;
- виконання інвестиційних проектів;
- будівництво, капітальний ремонт та реконструкцію об'єктів соціально-культурної сфери і житлово-комунального господарства;
- будівництво газопроводів і газифікацію населених пунктів;
- будівництво і придбання житла окремим категоріям громадян;
- розвиток дорожнього господарства;
- придбання шкільних автобусів та автомобілів швидкої медичної допомоги;
- комп'ютеризацію та інформатизацію загальноосвітніх навчальних закладів;
- інші заходи, пов'язані із розширеним відтворенням.

Визначені напрями використання капітальних видатків підкреслюють роль бюджету розвитку — фінансування розширеного відтворення, розвитку й стимулу для зростання економічної активності на рівні громади і регіону.

Варто відзначити, що відсутня пряма залежність між дохідною базою місцевих бюджетів і обсягом видатків бюджетів розвитку, тобто більший дохід області не означає, що бюджет розвитку також буде більшим. У багатьох регіонах через бюджети розвитку розподіляється менше 1% доходів обласного бюджету. Загалом по Україні обласні бюджети розвитку становлять лише 2,3% доходів обласних бюджетів і складають більше 1,5 млрд грн.

У табл. 2 наведено результати аналізу надходжень до місцевих бюджетів, які свідчать, що у 2015 р. порівняно з 2014 р. надходження зменшилися і до загального фонду, і до спеціального. Щодо структури надходжень до місцевих бюджетів, то в 2014—2015 рр. переважають надходження до загального фонду. У 2015 р. також спостерігається зменшення частки доходів до спеціального фонду, що гальмує соціально-економічний розвиток територіальних громад.

Таблиця 2. Доходи місцевих бюджетів за 2014—2015 рр., розраховано авторами за [7]

Доходи	Роки		Відхилення (+, -)	Темп приросту, %	Структура за 2014 р., %	Структура за 2015 р., %	Структура (відхилення)
	2014	2015					
Усього, млн грн, у т. ч.:	101087,6	87983,5	-13104,1	-12,96	100	100	-
- загальний фонд	80230,1	73828,2	-6401,9	-7,98	79,37	83,91	4,54
- спеціальний фонд	20857,5	14155,3	-6702,2	-32,13	20,63	16,09	-4,54

У науковій літературі пропонуються різні напрями зміцнення дохідної бази місцевих бюджетів, основними з яких є:

- оперативний контроль за формуванням і використанням коштів місцевих бюджетів з метою їх економії;
- стимулювання підприємств, які створюють нові робочі місця й збільшують фонд оплати праці;
- раціональне управління земельними ресурсами;
- підвищення ролі надходжень податків і зборів до місцевих бюджетів;
- стимулювання розвитку малого й середнього бізнесу;
- створення власних кредитно-фінансових інститутів та ощадних закладів, що забезпечить наповнюваність місцевих бюджетів;
- реформування житлово-комунального господарства з метою збільшення прибутковості комунальних підприємств;
- зменшення частки трансфертів у доходах місцевих бюджетів [8].

Місцеві бюджети забезпечують свою діяльність безпосередньо через здійснення видатків. У табл. 3 наведено дані про видатки місцевих бюджетів за 2014—2015 рр.

Таблиця 3. Аналіз видатків місцевих бюджетів за 2014-2015 рр., розраховано авторами за [7]

Видатки	Роки		Відхилення (+, -)	Темп приросту, %	Структура, за 2014 р., %	Структура за 2015 р., %	Структура, % (відхилення)
	2014	2015					
Усього, млн грн, у т. ч.:	223496,7	258824,1	35327,4	15,81	100	100	-
- загальний фонд	188765,1	222685,1	33920	17,97	84,46	86,04	1,58
- спеціальний фонд	34731,6	36139,0	1407,4	4,05	15,54	13,96	-1,58

Аналіз даних, наведених у табл. 3, свідчить про позитивну динаміку видатків місцевих бюджетів як стосовно загального фонду, так і спеціального. Темп приросту у 2015 р. по загальному фонду більший, ніж по

спеціальному, тобто видатки на загальні потреби зростають у більшій мірі, ніж видатки розвитку. Щодо структури видатків місцевих бюджетів, то у 2015 р. частка видатків загального фонду становила 86,04%, спеціального — 13,96%. В динаміці спостерігається зростання частки видатків загального фонду і зменшення видатків спеціального фонду. Зменшення видатків бюджетів розвитку свідчить про те, що зменшується фінансування капітальних видатків, тобто видатків соціально-економічного спрямування місцевих громад.

З метою реформування видаткової частини місцевих бюджетів необхідно підвищити ефективність використання бюджетних коштів, здійснювати моніторинг реального використання ресурсів; впроваджувати в бюджетну практику методи та засоби управління, притаманні підприємствам приватного сектору, які характеризуються спрямованістю не на процес фінансування, а на досягнення кінцевого результату шляхом найменших витрат; реалізовувати програми аналізу бюджетних видатків за галузями, що забезпечить прийняття обґрунтованих рішень щодо розподілу бюджетних ресурсів.

Основним джерелом наповнення бюджетів розвитку залишаються кошти, які передаються із загального фонду. У такій ситуації немає жодного сенсу шукати перспективні проекти, інвестувати в них, аби згодом отримувати додатковий дохід до місцевого бюджету, адже всі капітальні видатки з бюджету розвитку покриваються за рахунок обов'язкових платежів, які збираються з платників. Необхідно на місцевому рівні фінансувати проекти, які дійсно спроможні забезпечити розвиток економіки громади, зорієнтовані на майбутнє і будуть використовуватись тривалий час.

В Україні до проектів розвитку переважно відносять фінансування об'єктів інфраструктури. Водночас, дороги — це необхідна, але не достатня сама по собі умова розвитку території. Вітчизняне дорожнє господарство у занедбаному стані, тому й здається, що ремонт дороги — це вже величезний прогрес, хоча це всього лиш нормальний господарчий процес, і зовсім необов'язково створювати для цього якийсь спеціальний фонд чи виокремлювати специфічну частину бюджету.

Висновки

Формування бюджету розвитку місцевих бюджетів має важливе значення для економічного та соціального розвитку регіону, забезпечує збільшення кількості робочих місць, збільшення його податкоспроможності. Для успішного формування бюджетів розвитку на місцевому рівні необхідно вирішити низку проблем, основними з яких є:

- удосконалення інвестиційних проектів економічного та соціального розвитку регіонів і визначення об'єктивних потреб в основних засобах для забезпечення реалізації цих проектів;
- вибір постачальників основних засобів на умовах тендеру;
- забезпечення бюджетними ресурсами фінансування програм розвитку місцевих бюджетів (у тому числі за рахунок міжбюджетних трансфертів);
- вивчення ринку фінансових ресурсів місцевого бюджету та визначення найефективніших методів їх залучення, розвиток ринку муніципальних цінних паперів тощо.

На сучасному етапі розвитку українській державі необхідно формувати довгострокову стратегію соціально-економічного розвитку на основі пріоритетності інноваційно-інвестиційного типу економічного зростання і при цьому приділяти велику увагу місцевим бюджетам розвитку.

Література

1. *Сміт А.* Добробут націй. Дослідження про природу та причини добробуту націй / А. Сміт. — Київ: Port-Royal, 2001. — 594 с.
2. *Музика О.А.* Доходи місцевих бюджетів за українським законодавством: монографія / О.А. Музика. — Київ: Атіка, 2004. — 344 с.
3. *Кириленко О.П.* Місцеві бюджети України (історія, теорія, практика): монографія / О.П. Кириленко. — Київ: НІОС, 2000. — 381 с.
4. *Завора Т.М.* Аналіз доходів місцевих бюджетів (на прикладі Полтавської області) / Т.М. Завора, Ю.М. Чумак // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. — Зб. наукових праць. Випуск 17, Одеса, 2016. — С. 139—142.
5. Бюджетний кодекс України: законодавство України / Верховна Рада України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.as-rada.gov.ua>.
6. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua>.
7. Бюджетний моніторинг: Аналіз виконання бюджету за 2015 рік [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.ibser.org.ua/UserFiles/File/Monitoring%20Quarter%-202014/ukr/KV_IV_2014_Monitoring_ukr.pdf.
8. *Кулик І.О.* Шляхи удосконалення управління місцевими бюджетами / І.О. Кулик [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/conf/2012-2/doc/2/11.pdf>.

РОЛЬ МЕСТНЫХ БЮДЖЕТОВ РАЗВИТИЯ ПРИ ФОМИРОВАНИИ МЕСТНЫХ БЮДЖЕТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОЛЛЕКТИВОВ

С.Н. Эш, Б.И. Пюро

Национальный университет пищевых технологий

В статье раскрыта экономическая сущность и значение местных бюджетов в развитии бюджетной системы Украины, рассмотрены основные составляющие местных бюджетов. Проведен сравнительный анализ доходов и расходов местных бюджетов, определена роль местных бюджетов развития при формировании местных бюджетов территориальных коллективов. Как экономическая категория местный бюджет исследуется через совокупность денежных ресурсов, которые распределяются между местными органами самоуправления и субъектами, которые используют эти средства для социально-экономического развития территориальных образований и улучшение благосостояния их населения. Особенность местных бюджетов определяется тем, что они отражают четко ограниченную часть денежных отношений, которые функционируют на отдельной территории и обеспечивают его материальную независимость.

Ключевые слова: *местный бюджет, бюджетная система, местные финансы, общий и специальный фонды, доходы и расходы местных бюджетов.*

УДК 35.004

RISK MANAGEMENT PROCESS OF INFORMATION SECURITY

D. Bilokon, I. Fedulova

National University of Food Technologies

Key words:

Information security risks
Risk management
Information security
OCTAVE information security methodology

Article history:

Received 17.09.2016
Received in revised form 23.09.2016
Accepted 21.10.2016

Corresponding author:

D.Bilokon

E-mail:

dbilokon@gmail.com

ABSTRACT

The article is devoted to the study of risk management methods of information security. The purpose of the article is to study the basic procedures, principles, functions and methodological support for analysis process and management of information security risks. The essence of OCTAVE methodology and implementation features of the mechanism of information security risk management was considered. The methodology of OCTAVE information security was analysed in the article. We commented on the need for constant systemic risk research and support of enterprise information security using the OCTAVE technique.

ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Д.С. Білоконь, І.В. Федулова

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено основні процедури, принципи, функції і методичне забезпечення процесу аналізу й управління ризиками інформаційної безпеки підприємства. Розглянуто сутність методології OCTAVE, особливості впровадження механізму інформаційної безпеки, проаналізовано методіку управління ризиками інформаційної безпеки OCTAVE. Обґрунтовано необхідність постійного системного дослідження ризиків і підтримки інформаційної безпеки підприємства з використанням методіки OCTAVE.

Ключові слова: *ризик інформаційної безпеки, управління ризиками, інформаційна безпека, захист інформації, методологія OCTAVE.*

Постановка проблеми. На сьогодні багатьом підприємствам конче необхідно володіти вмінням аналізу й управління інформаційними ризиками не тільки для отримання конкурентних переваг, а й для виживання. Проте багатьом організаціям минулого століття для успішної діяльності мистецтво

управління ризиками було зовсім не потрібне, однак дане питання сьогодні загострилось. На нашу думку, це пов'язано з швидкоплинністю часу, значним збільшенням інформаційних загроз, а також обмеженою кількістю технологій і стандартів у минулих десятиліттях порівняно з сьогоднішнім. Сучасний світ швидко змінюється, для нового інформаційного століття характерні неувяні досі загрози та кризи. Щоденно реєструється величезна кількість мережевих атак і внутрішніх інцидентів інформаційної безпеки. Варто зазначити, що скоординовані атаки на об'єкти інфраструктури (електростанції, телекомунікаційні вузли, системи водо, тепло-, газопостачання) можуть стати причиною глобальної катастрофи, наслідки якої важко уявити.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до сучасних міжнародних стандартів, ризик — це стан впливу чинників невизначеності на досягання мети [12]. Реалізація ризику призводить до відхилення фактичних результатів діяльності від запланованих. Ризик — це діяльність, пов'язана з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, в процесі якої існує можливість кількісно і якісно оцінити ймовірність досягнення передбачуваного результату, невдачі і відхилення від мети.

Сутність сучасної організації пов'язана з використанням існуючих інформаційно-комунікаційних технологій та інших інтелектуальних активів для здійснення господарської діяльності й досягнення цілей. Ця діяльність, як правило, пов'язана з невизначеністю та ризиками. На сьогодні не існує механізмів, що дозволяють повністю захистити організацію від загроз і ризиків, але ризики можна істотно знизити шляхом впровадження системи управління ризиками інформаційної безпеки.

Інформаційна безпека включає три складові управління: вимоги до управління, політику управління ризиками та механізми ідентифікації, аналіз та оцінку ризику. Вимоги визначаються тими цілями, які ставлять перед собою підприємства для забезпечення безпеки. Політика управління інформаційною безпекою визначається її вагомістю і значенням для ефективної господарської діяльності підприємства. Політика має визначити напрями і заходи досягнення цілей. Організаційно-економічний механізм управління підприємством визначає особливості формування політики. В механізмі управління важливим є визначення інструментів, методів, процедур та інших засобів обґрунтування рішень у процесі забезпечення інформаційної безпеки з визначенням та ідентифікацією всіх видів ризиків.

Методи оцінки ризику поділяються на кількісні і якісні, найбільш ефективним є поєднання цих двох підходів в інтегрованій системі управління ризиками інформаційної безпеки підприємства.

Світова практика пропонує такі найбільш поширені на даний час методики оцінки ризиків інформаційної безпеки:

1. CRAMM. В основі методу CRAMM лежить комплексний підхід до оцінки ризиків, що поєднує кількісні та якісні методи аналізу. Метод є універсальним, його можна застосовувати як для урядового, так і для комерційного сектору. Грамотне використання методу CRAMM дозволяє отримувати високі результати, серед яких можливість економічного обґрунтування витрат організації на забезпечення інформаційної безпеки й безперервності

бізнесу. Цей метод, незважаючи на значну універсальність і функціональність, має такі недоліки, як необхідність спеціальної підготовки користувачів і значна вартість ліцензії [8].

2. IT-Grundschtz. IT-Grundschtz пропонує спосіб для створення системи управління інформаційною безпекою, яка включає в себе як загальні рекомендації щодо забезпечення безпеки ІТ, так і допоміжні технічні рекомендації для досягнення необхідного рівня ІТ безпеки для конкретного домену. У методі IT-Grundschtz представлені каталоги: 1) модулі; 2) каталоги загроз; 3) каталоги захисту. Дана методика має більш рекомендаційний, теоретичний характер, ніж практичний [11].

3. NIST. Передбачає попереднє оцінювання двох параметрів: потенційного збитку та ймовірності реалізації загрози. Методика охоплює широке коло завдань, що пов'язані зі стратегією управління ризиками і є основою для розроблення власної системи управління ризиками. Проте запропонований процес оцінювання ризику інформаційної безпеки відображає залежність ризику від двох вхідних змінних: потенційного збитку і ймовірності можливого інциденту. Оцінювання ризиків проводиться за тривірневою шкалою, що істотно обмежує можливості методики загалом [4].

Як бачимо, в розглянутих нами методиках існують певні обмеження і суттєві недоліки та складнощі із застосування на практиці. Методика управління ризиками інформаційної безпеки OCTAVE загальнодоступна й універсальна. Цю методику широко використовують у всьому світі, оцінюючи ризики інформаційної безпеки та впроваджуючи процеси управління ризиками в організації загалом. Методика має ряд модифікацій, які розраховані на організації різного розміру й галузі діяльності [2].

Мета статті полягає в дослідженні основних процедур, принципів, функцій і методичного забезпечення процесу аналізу й управління ризиками інформаційної безпеки.

Виклад основних результатів дослідження. Аналізу інформаційних ризиків у нашій країні не приділялося належної уваги до прийняття Доктрини інформаційної безпеки України в 2009 р., тому на сьогодні ця тема активно досліджується і впроваджується в практику спеціалістами сфери інформаційної безпеки. У той же час на особливу увагу заслуговують питання практичного застосування існуючих методик аналізу ризиків та їх вдосконалення [5].

Також в останні роки здійснюється розробка і впровадження в систему інформаційної безпеки підприємств міжнародних стандартів серії 27000, що визначають вимоги до системи менеджменту інформаційної безпеки.

Інформаційне забезпечення функціонування ризик-менеджменту складається з різного роду і виду інформації: статистичної, економічної, комерційної, фінансової тощо. Ця інформація включає обізнаність про ймовірність того чи іншого страхового випадку, страхової події, наявність і величину попиту на товари, на капітал, фінансової стійкості та платоспроможності клієнтів, партнерів, конкурентів, ціни, курси й тарифи, в тому числі на послуги, дивіденди і відсотки тощо.

Великою популярністю останнім часом користується методологія аналізу ризиків інформаційної безпеки OCTAVE, розроблена інститутом Software Engineering Institute (SEI) при університеті Карнегі Меллона (Carnegie Mellon University). Ця методологія передбачає здійснення процесу аналізу ризиків інформаційної безпеки лише працівниками підприємства без залучення зовнішніх консультантів через те, що такі працівники краще розуміють потреби підприємства і властиві йому ризики [10].

За цією методикою відбувається розробка профілю загроз, виявлення вразливостей в інформаційній безпеці і розроблення стратегії забезпечення безпеки. Для кожного джерела загроз будується дерево варіантів, яке наочно показує вигляд загрози і шляхи її усунення. При оцінці ризиків інформаційної безпеки формується шкала за трьома позиціями: високий, середній і низький рівень ризику, встановлюється можливий фінансовий збиток. Основною перевагою даної методики є: загальнодоступність і безкоштовність, швидке впровадження, можливість застосування для організацій різного розміру та галузей зайнятості, наявність комерційних програмних продуктів, що реалізують положення методики, високий рівень гнучкості [1]. До недоліків потрібно віднести те, що дана методика не дає кількісної оцінки ризиків.

OCTAVE широко використовують у всьому світі для оцінки ризиків інформаційної безпеки та впровадження процесів управління ризиками в підприємстві в цілому.

Методика має три модифікації, які розраховані на організації різного розміру:

- методологія оцінки ризиків OCTAVE Method застосовується для достатньо великих підприємств (від 300 осіб і більше);
- спрощена методологія оцінки ризиків OCTAVE-S, орієнтована на підприємства середнього розміру (не більше 100 осіб);
- методологія оцінки ризиків OCTAVE Allegro, яка може застосовуватися консультантами на індивідуальній основі без широкого залучення в процес оцінки ризиків співробітників організації [3]

Зміст методики OCTAVE полягає в тому, що для оцінки ризиків використовується послідовність відповідно організованих внутрішніх семінарів (workshops) (рис. 1).

Оцінка ризиків здійснюється в три етапи, яким передують набір підготовчих заходів: узгодження графіка семінарів, призначення ролей, планування, координація дій учасників проектною групою [6].

На першому етапі, в межах практичних семінарів, здійснюється розроблення профілів загроз, що містять у собі інвентаризацію й оцінку цінності активів, ідентифікацію застосованих вимог законодавства й нормативної бази, ідентифікацію загроз та оцінку їх ймовірності, а також визначення системи організаційних заходів для підтримки режиму інформаційної безпеки. На другому етапі проводиться технічний аналіз вразливостей систем організації щодо загроз, чий профілі розроблено на попередньому етапі, який містить ідентифікацію наявних вразливостей компанії й оцінювання їх величини. На третьому етапі виконується оцінка й оброблення ризиків інформаційної безпеки, що містить визначення величини та ймовірності завданої шкоди

внаслідок реалізації загроз інформаційної безпеки з використанням вразливостей, які ідентифіковано на попередніх етапах, визначення стратегії інформаційної безпеки, а також вибір варіантів і прийняття рішень з оброблення ризиків. Величина ризику визначається як середнє значення річних втрат компанії в результаті реалізації загроз інформаційної безпеки.



Рис. 1. Послідовність трьох складових фаз методу OCTAVE [3]

Для аналізу ризиків у методиці OCTAVE пропонується підхід з восьми кроків, об'єднаних в чотири етапи (рис. 2).

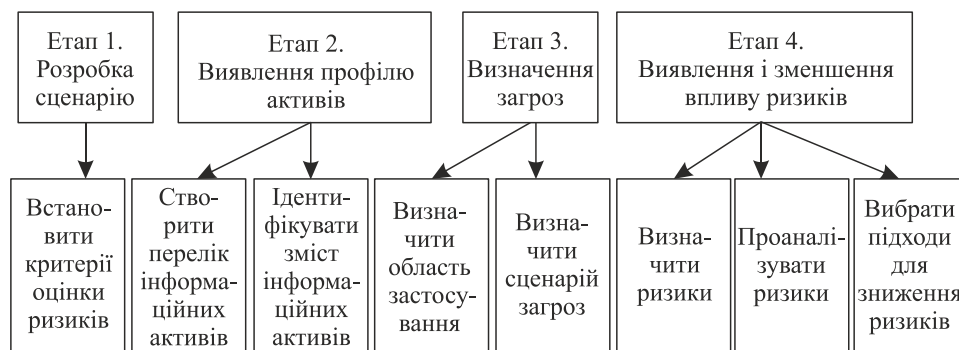


Рис. 2. Етапи аналізу ризиків за методикою OCTAVE, складено автором на основі [1, 2, 3]

Розглянемо загальний алгоритм дій щодо аналізу ризиків, заснований на методиці OCTAVE, а також рекомендації щодо впровадження в систему менеджменту інформаційної безпеки організації оцінки ризиків на постійній основі і моніторингу ризиків інформаційної безпеки.

На кроці 1 необхідно визначити критерії оцінки ризиків інформаційної безпеки, тобто сукупність якісних показників, яка дозволить встановити значення оцінки ризику і наслідки реалізації ризику. Без введення таких

критеріїв неможливо оцінити залежність організації від тих чи інших ризиків. Такими критеріями можуть бути використані вимоги безпеки, застосовувані на підприємстві, рівень інвестицій і витрат на інформаційну безпеку, стратегічна цінність і критичність порушених інформаційних активів тощо. Критерії оцінки ризиків повинні відображати усвідомлення інформаційних ризиків, які існують у сфері діяльності організації. Критерії встановлюють діапазон наслідків реалізації ризику: низькі, середні і високі.

Крок 2 починається зі складання переліку інформаційних активів і визначення їх профілю. Профіль — це інформація, яка описувала актив його унікальними особливостями, якостями, характеристиками, вартістю. Профілювання дозволяє чітко визначити «кордони» активу і вимоги безпеки до нього. Профіль створюється для кожного активу й описується на окремому аркуші. Профіль активу являє собою вхідні дані для наступних кроків і є основою для виявлення загроз і ризиків.

Крок 3. Інформаційні активи можуть зберігатися не тільки в самій організації, але і поза її межами. Наприклад, організація може допускати до обслуговування своєї інфраструктури інші організації-постачальники послуг. Ризик може міститися в самому факті зберігання, передачі або обробки активу. Це порушує захист інформаційного активу. Ще більшу загрозу несе залучення таким постачальником послуг субпідрядників, про які власник активу може і не знати. Таким чином, для отримання адекватного профілю активу важливо визначити всі місця зберігання, передачі й обробки активу — контейнери, а також місце знаходження в зоні управління організації.

На кроці 3 створюється карта активу, де вказуються всі місця його зберігання, передачі і обробки, які можуть стати точками уразливості або, навпаки, точками, які можна повністю контролювати, гарантуючи захищеність активу. Місцем зберігання активу може бути технічний засіб, програмне забезпечення, паперовий носій або співробітник організації.

На кроці 4 виявляються проблемні області в інформаційній безпеці підприємства. Метою кроку є оперативне визначення тих загроз, які відразу очевидні для аналітика.

Крок 5: на основі виявлених проблемних областей, складаються сценарії загроз, які візуально ефективно представляти у вигляді дерева, де з метою більш надійного розгляду загроз кожна гілка розглядається для кожного інформаційного активу. Для полегшення визначення сценарію загроз по кожній гілці необхідно використовувати опитувальні анкети. Цей крок також дозволяє врахувати ймовірності реалізації загроз, що допомагає на більш пізніх етапах розробити заходи щодо зниження ризику. Як правило, в цьому випадку використовується якісна шкала, і вводяться три рівні ймовірності реалізації загрози: висока, середня і низька.

На кроці 6, після визначення загроз і виявлення наслідків їх реалізації, визначають ризики інформаційної безпеки. Необхідно визначити, як саме ризик буде впливати на організацію або актив, при цьому ризик визначається для кожного активу, щоб оцінити його критичність для організації або самого активу.

На кроці 7 визначається кількісна міра шкоди, яка буде завдана організації при реалізації загрози. Це відносна оцінка, яка дозволяє розставити ризики за їх пріоритетом. Наприклад, якщо для компанії найбільш важлива її репутація на ринку, то передусім треба пом'якшувати ризики саме цієї проблемної області. Робочі листи й опитувальні анкети, які застосовуються в процесі аналізу ризиків, а також розгорнута інструкція щодо впровадження і застосування OCTAVE, містяться в англомовному описі методики «Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Risk Assessment Process»,_представленому на сайті www.cert.org.

На заключному етапі вибираються заходи для обробки певних ризиків з урахуванням їх пріоритету для організації. Рішення про прийняття, зменшення або відкладення ризику ґрунтується на ряді факторів, основними з яких є величина впливу ризику і ймовірність його реалізації. Якщо ризик може серйозно впливати на організацію, але при цьому малоімовірний, то, можливо, він не вартий пом'якшення. Рішення про те, які ризики пом'якшувати, а які ні, повинні приймати аналітики і/або керівництво організації.

Вибір стратегії пом'якшення ризику — складне завдання і його вирішення вимагає взаємодії з іншими фахівцями організації. Обрана стратегія повинна гарантувати захист активів відповідно до критеріїв безпеки. Необхідно враховувати витрати на пом'якшення ризику, тому що вони, як мінімум, не повинні перевищувати вартість активу [10].

Висновки

Процес впливу суб'єкта на об'єкт управління, тобто сам процес управління, може здійснюватися тільки за умови обміну певної інформації між керуючою і керованою підсистемами. Процес управління незалежно від його конкретного змісту завжди передбачає отримання, передачу, переробку і використання інформації. У ризик-менеджменті отримання надійної і достатньої в даних умовах інформації відіграє головну роль, тому що дозволяє прийняти конкретне рішення щодо дій в умовах ризику. Будь-яке рішення ґрунтується на інформації. Важливе значення має якість, надійність і вчасність інформації. Якість інформації має оцінюватися при її отриманні, а не при передачі. Інформація старіє швидко, тому її слід використовувати оперативно.

Оцінку ризиків інформаційної безпеки слід проводити на постійній основі, при цьому проводити її рекомендується не менше, ніж раз на рік. Ризики інформаційної безпеки потрібно регулярно відстежувати, для чого необхідно впроваджувати систему моніторингу ризиків. Це пов'язано зі швидким розвитком інформаційних технологій і, як наслідок, з виникненням нових ризиків інформаційної безпеки, можливим старінням і виключенням деяких раніше прийнятих ризиків або втрати ефективності заходів, прийнятих раніше.

Література

1. *Christopher J. Alberts. Operationally Critical Threat, Asset and Vulnerability Evaluation (OCTAVE) Framework, Version 1.0 / Christopher J. Alberts, Sandra G. Behrens, Sandra G. Behrens, Sandra G. Behrens. — Pitsburg: Carnegie Mellon University, 1999. — 72 p.*

2. Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Risk Assessment Process. — Software Engineering Institute, 2007. — 154 с.
3. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cert.org>.
4. Swanson M. NIST Special Publication 800-34 Rev. 1 Contingency Planning Guide for Federal Information Systems / M. Swanson, P. Bowen, A. W. Phillips, D. Gallup, D. Lynes. — 2010. — 149 p.
5. Балашов П.А. Оценка рисков информационной безопасности на основе нечеткой логики: учебное пособие / П.А. Балашов, В.К. Безгузилов, Р.И. Кислов. — Москва: Научная литература, 2009. — С. 165.
6. Баранова Е.К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 3: Образовательные ресурсы и технологии. — 2015. — № 1(9). — С. 73—79.
7. Баранова Е.К. Управление инцидентами информационной безопасности. Проблемы информационной безопасности / Е.К. Баранова, Г.Б. Зубровский // Труды I Международной научно-практической конференции «Проблемы информационной безопасности». — Гурзуф, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2015. — С. 27—33.
8. Гарасим Ю.Р. Аналіз процесу управління ризиками інформаційної безпеки в процесі забезпечення властивості живучості систем / Ю.Р. Гарасим, В.А. Ромака, М.М. Рибій // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Автоматика, вимірювання та керування». — 2013. — № 756. — С. 105—123.
9. Куканова Н.А. Актуальность задачи — обеспечение информационной безопасности для бизнеса: монография / Н.А. Куканова. — Киев: Бизнесинформ, 2010. — С. 136.
10. Методологии управления ИТ-рисками. — Москва: Информационный ресурс, 2010. — 103 с.
11. Методология OCTAVE для оценки информационных рисков. — Москва: Информационный ресурс, 2005. — С. 25.
12. Мохор В. Спроба локалізації ISO GUIDE 73:2009 «RISK MANAGEMENT — VOCABULARY» / В. Мохор, О. Богданов, О. Крук, В. Цуркан // Ukrainian Scientific Journal of Information Security. — 2012. — № 2 (18). — С.12—22.

ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯМИ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.С. Белоконь, И.В. Федулова

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследованы основные процедуры, принципы, функции и методическое обеспечение процесса анализа и управления рисками информационной безопасности предприятия. Рассмотрены сущность методологии OCTAVE и особенности внедрения механизма информационной безопасности, проанализирована методика управления рисками информационной безопасности OCTAVE. Обоснована необходимость постоянного системного исследования рисков и поддержки информационной безопасности предприятия с использованием методики OCTAVE.

Ключевые слова: *риски информационной безопасности, управление рисками, информационная безопасность, защита информации, методология OCTAVE.*

RISK MANAGEMENT AS NECESSARY MEANS OF EFFECTIVE ENTERPRISE DEVELOPMENT

I. Yevsieieva, I. Zhytska

National University of Food Technologies

Key words:

Risks
Methods
Decision tree
Minimization
Enterprise
Decision making process

ABSTRACT

The article deals with the business risks of bakery enterprises and environmental factors influencing their activities. Analyzing the methods of risk management gave us an opportunity to identify the types of methods which are used in practical activity of enterprises. Using the decision tree method we came to the conclusion that modernization of equipment should be done by loan. The choice of funding alternatives was aimed at minimizing the risk of an enterprise in modern economic conditions.

Article history:

Received 07.09.2016
Received in revised form
28.09.2016
Accepted 24.10.2016

Corresponding author:

I. Yevsieieva
E-mail:
npnuht@ukr.net

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ЯК НЕОБХІДНИЙ ЗАСІБ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

I.V. Євсєєва, I.V. Жицька

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто господарські ризики підприємств хлібопекарської промисловості, чинники зовнішнього середовища, що впливають на їх діяльність. Проведений аналіз методів управління ризиками на підприємствах дав змогу виділити найбільш популярні з них, що використовуються в практичній діяльності. Обґрунтовано необхідність прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та ризику для забезпечення розвитку підприємства. Застосування методу дерева рішень підтвердило, що модернізацію обладнання на підприємстві краще здійснювати шляхом кредитування. Вибір альтернатив фінансування був спрямований на мінімізацію ризику підприємства в сучасних умовах господарювання.

Ключові слова: ризики, методи, дерево рішень, мінімізація, підприємство, прийняття рішень.

Постановка проблеми. Сучасні світові тенденції свідчать про наростаючу необхідність досліджень сутності ризику й оцінювання наслідків його впливу

на показники діяльності підприємства. В умовах ринкових відносин проблема оцінки ризику набуває самостійного теоретичного і практичного значення як важлива складова теорії і практики управління. Ризик — один з ключових елементів підприємницької діяльності. У багатьох випадках ухилитися від ризикованих дій просто неможливо. Розвиток ризикових ситуацій може призвести як до настання несприятливих наслідків (до збитків, упущеної вигоди), так і до позитивних результатів для підприємства у вигляді збільшення прибутку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню проблем управління ризиками на підприємствах присвячені праці таких вчених: В.В. Вітлінського, В.М. Гранатурова, П.І. Верченко, Н.І. Машиної, В.В. Лук'янової, А.П. Альгіна, І.Ю. Івченко, С.В. Мочерного, Ю.В. Сенейко, В.А. Підсолонко, проте потребують подальших наукових пошуків і вдосколень питання управління ризиками та мінімізації їх впливу саме на підприємствах хлібопекарської промисловості.

Мета статті: розробка й обґрунтування заходів щодо управління ризиками на підприємствах хлібопекарської промисловості.

Викладення основних результатів дослідження. Аналіз сучасної економічної літератури, присвяченої проблемам ризику, свідчить, що єдиної думки щодо визначення поняття «ризик» не існує. Переважна більшість науковців розглядає ризик як імовірність виникнення негативного результату від діяльності. Ризик — це ймовірність збитків або недоотримання доходу порівняно з прогнозом.

Дослідивши класифікацію видів ризиків, ми прийшли до висновку, що найбільш керованими та передбачуваними є саме господарські ризики, пов'язані з веденням господарської діяльності. Саме тому вони також називаються підприємницькими. У загальному випадку всі підприємницькі ризики можна розподілити на: маркетингові ризики; ризики зміни законодавства; ризики неплатоспроможності; ризики інфляційних процесів.

Хлібопекарська галузь — одна з провідних галузей харчової промисловості України, призначення якої безперебійне забезпечення виробництва хліба, хлібобулочних та інших борошняних виробів в обсягах, які відповідають нормам державної продовольчої безпеки.

На діяльність підприємств хлібопекарської галузі впливають чинники зовнішнього середовища: споживчий ринок, активна конкуренція, платоспроможність населення, традиції споживання у регіонах. Значний вплив справляє політична й економічна ситуація в державі, зокрема на інвестиційну та інноваційну активність підприємств.

Хлібопекарська галузь потребує державної підтримки для технологічного оновлення. Така підтримка можлива за умови запровадження державного стимулювання вітчизняних виробників продовольчого устаткування або придбання імпортного на пільгових умовах, що сприятиме підвищенню якості продукції.

Проблеми діяльності підприємств хлібопекарської галузі характеризують наявність економічних ризиків, серед яких варто відмітити:

- виробничі (підвищення цін на борошно, фізичний і моральний знос обладнання, низький рівень організації виробництва, відсутність дієвої системи мотивації та чіткого розподілу повноважень тощо);

- комерційні (обмеженість термінів реалізації, неправильна організація маркетингових досліджень, помилковий вибір стратегії продажу, неефективна реклама тощо);

- фінансові (нераціональна структура капіталу підприємства, надмірний обсяг сформованих оборотних активів, невдалий вибір підрядчика, правильний вибір комерційного банку для здійснення депозитних операцій тощо).

Управління ризиком передбачає правильне розуміння ступеня ризику, який постійно загрожує людям, майну, фінансовим результатам господарської діяльності і прийняттю рішень.

Під управлінням ризиками слід розуміти сукупність методів і засобів, що сприяють всебічному аналізу можливостей настання ризикових подій з метою мінімізації їх впливу на діяльність підприємства для забезпечення його подальшого розвитку та зростання. Основна мета управління ризиками — зменшення або ліквідація можливих втрат, подолання настання несприятливих станів, своєчасні дії й адаптація до ринкових змін. Існують різноманітні методи управління ризиками (рис. 1).

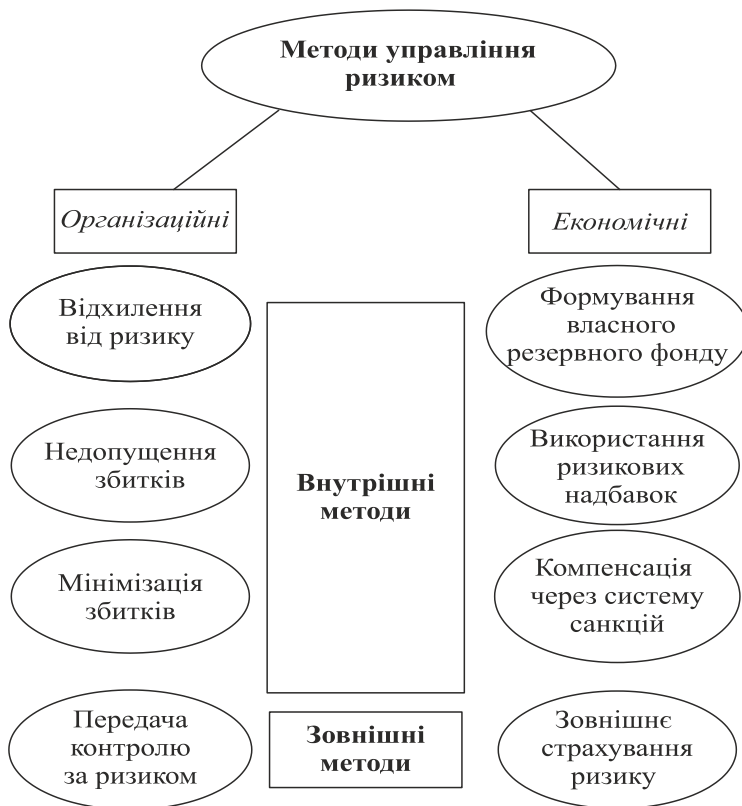


Рис. 1. Методи управління ризиком [2]

Отже, найбільш популярними методами оцінки економічного ризику є:

- статистичний;
- метод доцільності затрат;
- метод експертних оцінок;
- аналітичний метод;
- метод аналогів;
- метод «дерева рішень».

На сьогодні статистичний метод застосовується у різних модифікаціях і найбільшій популярності набуває метод статистичного випробування (метод Монте-Карло). Перевагою цього методу є можливість аналізувати й оцінювати різні сценарії розвитку проекту, враховуючи різні фактори в рамках одного підходу. Недоліком цього методу є значний рівень використання ймовірних характеристик, що іноді не задовольняє менеджерів проекту.

Метод доцільності затрат орієнтований на ідентифікацію потенційних зон ризику по проекту. Узагальненим фактором ризику вважається перевитрата коштів порівняно із запланованим обсягом.

При дослідженні складних систем, до яких входять і фінансові системи, виникають проблеми, що виходять за межі формальних математичних постановок задач, тому дуже часто для оцінки ризику використовують метод експертного оцінювання. Основна ідея цього методу полягає у використанні інтелекту людей та їх здатності знаходити розв'язок слабоформалізованих задач.

В основі аналітичного методу лежить класичне правило ринкової економіки яке полягає в тому, що більший ризик пов'язаний з більшим доходом, тому застосування будь-якого методу з аналітичних менеджер зводить до оцінки приросту доходу проекту і приросту ризику проекту, тобто граничної корисності.

Для аналізу ризику, яким може бути обтяжений проект, необхідна інформація про вплив факторів ризику подібних за сутністю проектів, виконаних раніше. Для цього створюється інформаційна база і на підставі дослідження роблять узагальнення й приймаються рішення щодо проекту. Недоліком цього методу є його описовий характер, а також той факт, що з часом вплив факторів ризику навіть на подібні проекти може змінитись, так само може змінитись і сам «набір» факторів ризику.

Дерево рішень — це графічне зображення послідовності рішень і станів середовища з указівкою відповідних ймовірностей і виграшів для будь-яких комбінацій альтернатив і станів середовища [7]. Побудова «дерева рішень» виконується «зверху вниз» — від завдань більш складних, більш важливих до завдань менш складних, менш важливих, що вимагає менше часу (коштів, сил, ресурсів) для їх здійснення.

Об'єктом дослідження був обраний ТОВ «Білоцерківський хлібокомбінат», що є найбільшим формуванням ПАТ «Київхліб» у Київській області. Підприємство забезпечує близько 80% потреби торговельної мережі м. Біла Церква в хлібобулочних і 20% — в кондитерських виробках. На підприємстві діють три виробничі відділення (хлібне, дрібноштучне та кондитерське), які оснащені вісьма потоково-механізованими лініями для виробництва хліба, хлібобулочних, бараночних і кондитерських виробів.

На ринку існує велика конкуренція (в тому числі внутрішня — з боку підприємств ПАТ «Київхліб»), тому на підприємстві весь час ведеться робота в напрямку підвищенням конкурентоспроможності продукції, створення її художнього оформлення і відповідного товарного вигляду. В основному застосовуються нецінові методи конкуренції — підвищення якості продукції, її споживчих властивостей, харчової цінності. На даному етапі якість — це стратегічний показник конкурентоспроможності (при обов'язковому врахуванні цін на готову продукцію).

Основними конкурентами кондитерських виробів є такі підприємства: «Нивки», «Маріан», «Ліса», «Кулиничі», безліч приватних підприємств і підприємців, також необхідно враховувати конкуренцію між хлібокомбінатами ПАТ «Київхліб». Конкурентна боротьба за споживача поступово зростає і підсилюється, характеризується динамізмом і нестійкістю, появою нових гравців, особливо в кондитерському секторі товарного виробництва і реалізації.

Підприємство приділяє велику увагу реконструкції виробничих цехів для більш повної механізації праці, підвищенню її продуктивності. Хлібокомбінат постійно бере участь у міжнародних, національних виставках і конкурсах. Протягом останніх років його продукція нагороджена медалями та найвищими нагородами. Проте в умовах посилення конкурентної боротьби у підприємства виникає необхідність подальшого розвитку шляхом модернізації обладнання, постійного розширення асортименту, підвищення рівня обслуговування споживачів.

Для підвищення якості продукції та її конкурентоспроможності, зниження витрат виробництва було обґрунтовано необхідність встановлення на підприємстві сучасної енергозберігаючої печі ППП-2,5-63 замість фізично зношеної печі ФТЛ. Економія палива (природного газу) при заміні печі ФТЛ-81 на ППП-2,5-63 складе 1297,7 тис. грн, спостерігається зменшення витрат і по інших статтях калькуляції.

Перед керівництвом підприємства постало питання прийняття рішення про придбання або оренду печі. Нова піч більш економічна, що забезпечує менші витрати на одиницю продукції, разом з тим вона вимагає відносно великих накладних витрат. Відсотки за кредит або за послуги лізингу підприємство буде виплачувати лише за рахунок додаткового прибутку.

Дану ситуацію доцільно розглядати за допомогою дерева рішень, яке передбачає три альтернативи для підприємства:

1. Взяти кредит на купівлю обладнання під 22% річних терміном на 5 років. Цей варіант передбачає можливий великий попит на продукцію (додатковий річний дохід в розмірі $R_1 = 805,72$ тис. грн протягом наступних 5 років) з імовірністю $p_1 = 0,9$ і низький попит (додатковий річний дохід $R_2 = 358,1$ тис. грн) з імовірністю $p_2 = 0,1$.

2. Скористатись послугами лізингу під 22% річних, терміном на 5 років із амортизацією 2% за місяць та першим внеском 15%. За таких умов можливий великий попит на продукцію (додатковий річний дохід в розмірі $R_1 = 805,72$ тис. грн протягом наступних 5 років) з імовірністю $p_1 = 0,9$ і низький попит (додатковий річний дохід $R_2 = 358,1$ тис. грн) з імовірністю $p_2 = 0,1$.

Загальну суму за користування послугами наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Підсумкові значення фінансових вкладень при різних видах альтернатив, складено авторами

Показник	Кредит	Лізинг
Сума кредиту, тис. грн	1686	1686
Термін кредитування, міс.	36	60
Разом сума виплат, грн	2257,8	2362,30
у тому числі %	571,84	676,30

3. Відкласти купівлю або оренду обладнання терміном на один рік для збору додаткової інформації, яка може бути позитивною або негативною з імовірністю $p_3 = 0,7$ і $p_4 = 0,3$ відповідно. В разі позитивної інформації можна придбати або орендувати обладнання за вказаними вище цінами, а ймовірності великого і низького попиту змінюються на $p_5 = 0,8$ і $p_6 = 0,2$ відповідно. Додатковий дохід на наступні чотири роки залишається незмінним. У разі негативної інформації підприємство може відмовитися від нового обладнання.

Підсумкові значення фінансових вкладень при зміні терміну кредитування наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Підсумкові значення фінансових вкладень при зміні терміну кредитування

Показник	Кредит	Лізинг
Сума кредиту, тис. грн	1686	1686
Термін кредитування, міс.	36	48
Разом сума виплат, грн	2257,8	2305,2
у тому числі %	571,84	674,7

Представивши дерево рішень, визначимо найбільш ефективну послідовність дій, що сприятиме прийняттю рішення (рис. 2).

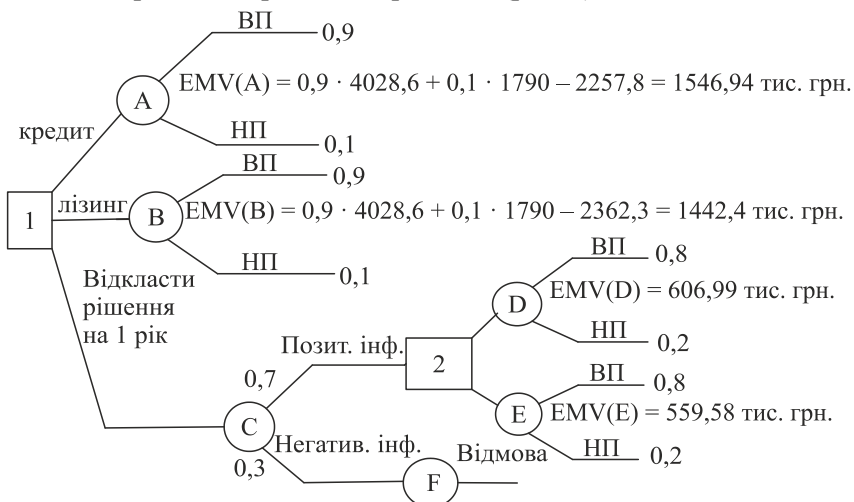


Рис. 2. Дерево рішень для вибору альтернативних варіантів

Додатковий дохід за умови високого попиту становить 805,72 тис. грн, а за низького попиту — 358,1 тис. грн:

$$1. EMV(A) = 0,9 \cdot 4028,6 + 0,1 \cdot 1790 - 2257,8 = 1546,94 \text{ тис. грн.}$$

$$2. EMV(B) = 0,9 \cdot 4028,6 + 0,1 \cdot 1790 - 2362,3 = 1442,4 \text{ тис. грн.}$$

$$3. EMV(D) = 0,8 \cdot 3222,88 + 0,2 \cdot 1432,4 - 2257,8 = 606,99 \text{ тис. грн.}$$

$$4. EMV(E) = 0,8 \cdot 3222,88 + 0,2 \cdot 1432,4 - 2305,2 = 559,58 \text{ тис. грн.}$$

$EMV(2) = \max \{EMV(D), EMV(E)\} = \max \{606,99; 559,58\} = 606,99 = EMV(D)$, тому у вузлі 2 відкидаємо варіант «ЛІЗИНГ».

$EMV(C) = 0,7 \cdot 606,99 + 0,3 \cdot 0 = 424,89$ тис. грн; $EMV(1) = \max \{EMV(A), EMV(B), EMV(C)\} = \max \{1546,94; 1442,4; 424,89\} = 1546,94 = EMV(A)$, тому у вузлі 1 вибираємо рішення «КРЕДИТ».

Отже, після розгляду альтернативи купівлі (оренди) обладнання було прийнято рішення, що найдоцільніше на даному етапі для підприємства — це скористатися кредитом. Але варто звернути увагу на те, що кредитування є доцільним для даного періоду часу, а в майбутньому потрібно буде проводити додаткові дослідження для корегування інформації, що дасть змогу прийняти правильне управлінське рішення.

Висновки

Проведені дослідження на ТОВ «Білоцерківський хлібокомбінат» дають змогу зробити такі висновки:

- в динамічних умовах господарювання, враховуючи посилення конкурентної боротьби на ринку, для втримання та розвитку ринкових позицій, підприємством прийнято правильне рішення про модернізацію обладнання методом кредитування, оновлення асортименту, впровадження нових видів продукції. Все це підвищує ризики господарювання підприємства, проте є необхідною умовою подальшого його розвитку. Саме тому управління ризиком виступає обов'язковою складовою сучасного підприємства;

- методи, спрямовані на передачу ризику, на підприємстві майже не використовуються.

Найбільш ефективними та дієвими є такі заходи зі зменшення впливу ризиків на діяльність підприємства: відмова від прийняття ризикованих проектів, рішень, цілеспрямовані маркетингові заходи, стратегічне планування діяльності.

Література

1. *Афанасьев С.В.* Економіко-математичне моделювання ризику великих промислових підприємств з монопродуктивним виробництвом. — 2-е вид., доп. та перероб. — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. — 229 с.

2. *Базиєва М.Н.* Концептуальные основы анализа и оценки рисков предприятия: Учебное пособие по курсу «Управление рисками» / Д.В. Соколов (ред.), Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов. — Санкт-Петербург: издательство СПбГУЭФ, 2008. — 52 с.

3. *Брижань І.А.* Оцінка та управління виробничим ризиком підприємства: Автореф. дис. канд. екон. наук: 08.06.01 / Київський університет ім. Тараса Шевченка. — Київ, 2009. — 20 с.

4. Вітлінський В.В. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко. — Київ: КНЕУ, 2010. — 480 с.
5. Внукова Н.М. Економічна оцінка ризику діяльності підприємств: проблеми теорії та практики / Н.М. Внукова, В.А. Смоляк, Харківський національний економічний університет. — Харків: ВД «НЖЕК», 2010. — 181 с.
6. Воробьев С.Н. Управление рисками в предпринимательстве: Монография / С.Н. Воробьев, К.В. Балдин. — Москва: Дашков и Ко, 2011. — 770 с.
7. Вплив ефективності управлінської діяльності менеджера на зниження ступеня ризику: Навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей, керівників і фахівців підприємств та організацій галузі / Г.І. Короткий та ін. (уклад.), Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Державна академія ЖКГ. — Київ, 2001. — 96 с.
8. Pozdnyakova Y. The risk management mechanism at the meat-processing enterprises / Y. Pozdnyakova // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V. 3. — I. 1. — P. 32.
9. Tereszczuk M. Assessment of development of the food industry in Poland against European Union countries / M. Tereszczuk, R. Mroczek // Ukrainian Food Journal. — 2015. — V. 4. — I. 3. — P. 530.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК НЕОБХОДИМОЕ СРЕДСТВО ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

И.В. Евсева, И.В. Жицкая

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены хозяйственные риски предприятий хлебопекарной промышленности и факторы внешней среды, влияющие на их деятельность. Проведенный анализ методов управления рисками на предприятиях позволил выделить наиболее популярные из них, используемые в практической деятельности. Обоснована необходимость принятия управленческих решений в условиях неопределенности и риска для обеспечения развития предприятия. Использование метода дерева решений позволяет утверждать, что модернизацию оборудования на предприятии лучше осуществлять путем кредитования. Выбор альтернативных видов финансирования был направлен на минимизацию риска предприятия в современных условиях хозяйствования.

Ключевые слова: *риски, методы, дерево решений, минимизация, предприятие, принятие решений.*

УДК 872.361

COMPLIANCE WITH STANDARDS OF SOCIAL RESPONSIBILITY IN UKRAINE

N. Valkovych, M. Bukovinska

National University of Food Technologies

Key words:

*Social responsibility
Society
Standards of the
enterprise
Market economy
Corporate culture*

Article history:

Received 20.09.2016
Received in revised form
10.10.2016
Accepted 21.10.2016

Corresponding author:

N. Valkovych

E-mail:

Valkovychnazar@gmail

ABSTRACT

The issues of social responsibility standards in Ukraine are considered in the article; the standards of Obolon PJSC are taken as an example. The standards of social responsibility contain the following mechanisms: compliance with the law of Ukraine and the rights of employees to work, ensuring safety, eliminating discrimination, food safety, the impact of products on human health and life, publicity of environmental policy, development of non-financial reporting of social audit. The abovementioned mechanisms form the standards of social responsibility in Ukraine.

ДОТРИМАННЯ СТАНДАРТІВ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Н.Р. Валькович, М.П. Буковинська

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто проблему дотримання стандартів соціальної відповідальності на підприємствах України, а також показано приклад застосування стандартів корпорацією ПАТ «Оболонь». Стандарти соціальної відповідальності містять такі механізми: дотримання законодавства України, дотримання прав працівників на працю, забезпечення охорони праці, усунення дискримінації, безпечність харчових продуктів, вплив продуктів на здоров'я і життя людей, публічність екологічної політики, розробка нефінансової звітності проведення соціального аудиту. Перелічені механізми формують стандарти соціальної відповідальності на підприємствах України. Також розроблено підходи до розуміння визначення корпоративної соціальної відповідальності.

Ключові слова: *соціальна відповідальність, суспільство, стандарти, підприємства, ринкова економіка, корпоративна культура.*

Постановка проблеми. Важливу роль у визначенні характеру соціально-економічної діяльності підприємства відіграють міжнародні та вітчизняні нормативні документи щодо трудових відносин, виробництва якісної продукції, захисту навколишнього природного середовища, ощадливого використання природних та інших ресурсів.

Перелічене визнано основою сталого розвитку національної економіки. Нині в Україні у сфері соціально-економічних відносин діють різноманітні галузеві, державні та міжнародні нормативні документи, які є базою для розвитку та визначають умови реалізації соціальної відповідальності бізнесу. Проте існуюча вітчизняна система нормативного регулювання не відповідає ні реальним запитам зацікавлених осіб, ні усталеній міжнародній практиці. Зазначене зумовило необхідність дослідження системи нормативних документів у сфері соціальної відповідальності бізнесу (СВБ).

На сьогодні багато підприємств перейшли на соціальну звітність і використовують соціальні стандарти. Кожний рік публікується відповідний рейтинг фірм. У світовій практиці під стратегіями стабільного розвитку бізнесу розуміють діяльність компаній, спрямовану на підвищення їх привабливості для інвесторів у довгостроковій перспективі за допомогою підвищення економічної ефективності, дотримання екологічних норм і розширення соціальної відповідальності, реалізованої у рамках основного бізнесу.

Механізми побудови національної моделі корпоративної соціальної відповідальності та нефінансової звітності, які використовуються у нашій країні, не дозволяють досягти бажаних результатів. Бізнес як джерело соціальної відповідальності не знаходить розуміння у держави та не має з її боку належної підтримки у вирішенні стратегічних проблем. Умови, які повинна створити держава для розвитку корпоративної соціальної відповідальності, а також для складання соціальної звітності, формуються занадто повільно з серйозним відставанням від реальних потреб.

На даний момент розвиток ринкової економіки все більше набуває розвитку в питаннях участі підприємницьких організацій у житті суспільства. Корпоративна соціальна відповідальність підприємств у наш час є основною складовою ефективності діяльності. Соціально відповідальні підприємства здійснюють вагомий внесок у розвиток суспільства, адже на власному прикладі демонструють ставлення до свого персоналу, результатів своєї діяльності та країни в цілому. З іншого боку, висока корпоративна культура та відповідальність підприємств сприяє підвищенню їх фінансових можливостей, оскільки такі підприємства мають досить високу репутацію як в Україні, так і за кордоном.

В умовах сьогодення корпоративна соціальна відповідальність бізнесу набуває все більшого значення, втім не існує єдиного підходу до визначення даного терміна. Йдеться як про соціально-етичне ведення бізнесу, так і про різноманітні за масштабом зобов'язання перед суспільством: збереження навколишнього середовища, природних ресурсів, підвищення добробуту населення тощо [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забезпечення й дотримання стандартів соціальної відповідальності та підходи до формування корпоратив-

ної соціальної відповідальності (КСВ) розглядали такі вітчизняні та зарубіжні вчені: Р. Потопальська, К. Балакірева, Н. Іщенко, О. Касперович, І. Шулуєв, Я. Попов, Р. Ватс, П. Шлендер, С. Волков, Л. Одегов, К. Абдурахманов та інші.

Метою статті є дотримання стандартів соціальної відповідальності на підприємствах, а також визначення соціальної відповідальності на прикладах теоретичних підходів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На даний момент єдиного підходу до трактування корпоративної соціальної відповідальності (КСВ) не існує. Цей термін вживається в настільки різних контекстах, що, по суті, втрачає конкретне значення. Це і етичний бізнес взагалі, і зобов'язання перед суспільством (причому неймовірно різноманітні як за масштабом, так і за змістом: від вирішення глобальних екологічних проблем, боротьби з поширенням СНІД та інших епідемій, що лише набирають обертів, добродійності на користь проблемних соціальних груп до впорядкування території якогось провінційного міста).

У табл.1 виділено низку підходів до розуміння сутності поняття «корпоративна соціальна відповідальність», сформульованих відомими економістами, міжнародними і вітчизняними організаціями.

Таблиця 1. Підходи до розуміння сутності поняття КСВ

Підхід	Визначення
Філіп Котлер	Корпоративна соціальна відповідальність — це вільний вибір компанії на користь зобов'язання підвищувати добробут суспільства, реалізуючи відповідні підходи до ведення бізнесу та виділяючи корпоративні ресурси.
Всесвітній банк	Прийняття принципів корпоративної соціальної відповідальності — це узгодження корпоративного сектору з необхідністю управління і поліпшення економічної, екологічної та соціальної взаємодії компаній на всіх можливих рівнях (корпоративному, регіональному і глобальному).
Форум соціального відповідального бізнесу України	Корпоративна соціальна відповідальність — це відповідальне ставлення будь-якої компанії до власного продукту або послуги, до його споживачів, працівників, партнерів, а також активна соціальна позиція компанії щодо гармонійного співіснування, взаємодії та постійного діалогу з суспільством, участь у вирішенні найбільш нагальних соціальних проблем.

За визначенням Ф. Котлера, під корпоративною соціальною відповідальністю бізнесу слід розуміти вільний вибір компанії на користь зобов'язання підвищувати добробут суспільства, реалізуючи відповідні підходи до ведення бізнесу та виділяючи корпоративні ресурси [1; 2]. Тобто в даному визначенні акцент робиться на вільному виборі фірми, підприємства не лише працювати на користь власних прибутків, але одночасно діяти на користь суспільства. Ф. Котлер виділяє такі типи корпоративних соціальних ініціатив: просування соціально значимої проблеми; корпоративний соціальний маркетинг; благодійний маркетинг; корпоративна філантропія; волонтерська робота на благо суспільства; соціально-відповідальні підходи до ведення бізнесу [1]. Кожна

ініціатива поєднує в собі користь для суспільства та вигоду для підприємства, що є взаємодоповнюючими та взаємовигідними за умови вдалого втілення. Так, підприємство може акцентувати увагу суспільства на соціально важливій проблемі, наприклад, на значному невиправданому використанні певних ресурсів, що вже зараз має негативні наслідки, а в майбутньому може призвести до наслідків катастрофічних. Цю ініціативу можна вдало поєднувати з корпоративним соціальним маркетингом, пропонуючи (в аспекті даного прикладу) ресурсозберігаючу продукцію. При цьому політика просування має бути спрямована на доведення до споживачів того, що вони роблять внесок у збереження навколишнього середовища та одночасно заощаджують кошти. Прикладом може бути виробництво та рекламування енергозберігаючих і світлодіодних ламп, які дозволяють споживачу зекономити кошти та одночасно економлять ресурси електроенергії. Благодійний маркетинг може вдало поєднуватись із корпоративною філантропією. Остання передбачає безпосередні внески підприємства на користь благодійної програми чи організації, в той час як благодійний маркетинг також здійснюється через відрахування частини коштів від продажів для вирішення соціально-значимих проблем. Волонтерська робота на благо суспільства зовсім не обов'язково зводиться до збору коштів на якісь цілі, а проявляється у добровільній допомозі волонтерів вирішити соціально важливі проблеми. Підприємство при цьому може всіляко заохочувати та підтримувати такі ідеї своїх співробітників. Прикладом може слугувати участь працівників підприємств та організацій, студентів вищих навчальних закладів у Всеукраїнських суботниках «Зробимо Україну чистою».

Підприємства можуть використовувати у своїй діяльності одну або декілька запропонованих Ф. Котлером ініціатив. Варто зазначити, що за умови їх ефективного впровадження соціальна відповідальність бізнесу буде діяти на користь максимізації прибутків підприємства. По-перше, соціальна відповідальність пов'язана з підвищенням добробуту кожного окремого споживача, що є членом суспільства, тобто пропонуванням йому якісної й безпечної продукції. По-друге, позиціонування підприємства як такого, яке хоче змінити світ на краще, більшою мірою завоює симпатії споживачів. Зокрема, Х. Прінгл і М. Томпсон пов'язують останнє з переміщенням споживчих потреб на вищі щаблі піраміди А. Маслоу: від звичайних фізіологічних потреб — до потреб у повазі та самоактуалізації, коли людина прагне реалізувати себе, в даному випадку через причетність до соціально важливих завдань [4].

Комерційний успіх підприємства досягається засобами, які передбачають дотримання моральних цінностей та повагу до людей, спільнот і навколишнього середовища.

Виділимо такі підходи до концепції корпоративної соціальної відповідальності КСВ:

- підхід з позицій корпоративного альтруїзму;
- підхід з позицій соціальних вимог;
- підхід з позицій корпоративного егоїзму;

- підхід з позицій зацікавлених сторін (груп впливу, інтересантів, стейкхолдерів). До цього підходу можна віднести: власний персонал, працівників; споживачів; постачальників; акціонерів; місцеві громади; державу та все суспільство в цілому.

- підходи з позиції етики.

Об'єднанням існуючих теорій є підхід, висловлений А. Кероллом, який запропонував трактувати КСВ з позиції концепції обов'язків.

Формування КСВ А. Керолл подав у вигляді піраміди, яка наведена на рис. 1.



Рис. 1. Піраміда корпоративної соціальної відповідальності за А. Кероллом

Ф. Керолл стверджує, що про корпорації слід судити не лише за їхнім економічним успіхом, а й за неекономічними критеріями.

КСВ проявляється на різних рівнях:

- 1) включає ділову практику щодо власного персоналу;
- 2) передбачає впровадження чесних ділових стосунків на ринку;
- 3) розбудова позитивних відносин підприємства з громадою;
- 4) заходи КСВ, що стосуються навколишнього середовища:

Об'єкти, на які поширюється КСВ: працівники компанії; споживачі продукції та послуг; конкуренти; інвестори; жителі місцевості, де функціонує організація; громадяни, які потребують особливої уваги суспільства (діти, інваліди, сироти, вагітні жінки, пенсіонери, студенти тощо); органи влади; навколишнє середовище.

Реалізація програм КСВ однозначно приносить прибуток. Світ давно розглядає програми КСВ не як витрати, а як інвестиції, які приносять прибуток і окупуються. Виграші від КСВ лежать у довготривалій перспективі: формується позитивний імідж організації; підвищується інтерес інвесторів; поліпшуються взаємовідносини з громадськістю та місцевою владою; підвищується мотивація та продуктивність працівників; збільшується обсяг продаж і ринкової частки; зменшуються операційні витрати.

Для нашої держави запровадження стандартів соціальної відповідальності нефінансової звітності є важливим питанням, оскільки підвищується довіра суспільства до підприємницьких структур; відбувається реформування системи надання звітності відповідно до міжнародних стандартів і практик.

На сьогодні створено центр «Розвиток корпоративної соціальної відповідальності», який забезпечує виконання функції незалежної організації та працює в нашій державі вже більше шести років. До його найвагоміших здобутків можна віднести приєднання України до розробки міжнародного стандарту із соціальної відповідальності ISO 26000; реалізацію Ініціативи «Підприємство 2020: роль бізнесу в суспільстві», яка має на меті узагальнити досвід стратегічного планування найуспішніших компаній України і розробити таку національну модель співпраці бізнесу та суспільства, де компанії намагатимуться брати до уваги соціальні й екологічні питання у своїх бізнес-стратегіях; проведення різних заходів із залученням представників влади, бізнесу та громадськості.

Водночас варто зауважити, що у нашій державі, на жаль, лише окремі великі компанії беруть на себе зобов'язання щодо ведення та надання соціальної звітності. Отже, існує нагальна необхідність подальшого розвитку ініціатив корпоративної соціальної відповідальності та впровадження стандартів звітності як важливого елемента підвищення рівня взаємовідносин бізнесу, влади та громадськості.

Необхідність впровадження соціальної звітності (наприклад, за стандартами GRI — Global Reporting Initiative) в Україні зумовлена цілою низкою об'єктивних причин. До них, зокрема, належить те, що Україна має «наздоганяти» більшість країн у їхніх намаганнях розкрити свій потенціал корисності суспільству. Отже, доцільно орієнтуватися на найсучасніші тенденції та стандарти в публічності надання інформації. Окрім своєї основної функції, яка полягає в розробці вимог до розкриття інформації, GRI задає загально-світові тренди, формуючи таким чином нову філософію управління стійким розвитком [10].

Ще одна причина — у посткризовий період в очікуванні нової глобальної кризи важливо відпрацювати практику управління нематеріальними активами і ризик-менеджменту, оцінити можливості співпраці уряду та підприємницьких структур. Окрім цього, заявлений вектор на євроінтеграцію передбачає послідовну та невпинну реалізацію принципів, що є усталеними для низки європейських країн. А ще українська громадськість демонструє все більшу відповідальність і здатність до самоврядування, що безпосередньо впливає на зростання її інтересу до такої звітності.

Отже, корпоративна соціальна відповідальність має бути відображена у соціальній нефінансовій звітності підприємств, організацій і установ. При створенні єдиної інформаційної бази управління соціально-економічною діяльністю підприємства необхідно враховувати спільні риси й особливості фінансової та нефінансової звітності. За низкою критеріїв нефінансовий звіт має другорядний статус, він потребує більшої прозорості для підвищення довіри до нього. Наукове обґрунтування методології й організації збору, реєстрації, обробки і подання інформації про соціальну відповідальність

бізнесу дозволить підвищити достовірність нефінансових звітів і рівень довіри до них.

Фахівці розробляють наукові стандарти соціальної відповідальності бізнесу, а також показують на практиці у своїх дослідженнях, що їх дійсно доцільно використовувати. Міжнародні стандарти соціальної відповідальності бізнесу усувають різні підходи до етичної оцінки практики господарювання в різних країнах, узагальнюють багаторічний досвід розвинутих країн у даній сфері, дозволяють порівняти і визначити стан соціальної відповідальності компаній в усьому світі, а для країн, що розвиваються, допомагають обрати пріоритети розвитку СББ.

Провівши дослідження можна сказати, що міжнародні стандарти можна розподілити [5; 6; 7]:

1. За сферою застосування (зацікавлені особи з певної галузі).
2. За призначенням (сюди можна віднести: сертифікацію, оцінку і звітування).

У 1987 р. Міжнародна організація із стандартизації підготувала та прийняла перші стандарти з СББ серії ISO 9000 (ISO 8402; ISO 9000; ISO 9001; ISO 9002; ISO 9003; ISO 9004), що орієнтувалися на потреби споживачів продукції та встановлювали вимоги до системи менеджменту якості організацій і підприємств.

Стандарти ISO 9001 призначені для сертифікації систем менеджменту якості, визначають їх головні принципи, надають рекомендації щодо впровадження систем управління якістю, передбачають мотивацію вищого керівництва тощо. Можна сказати, що без цих стандартів не було б розроблено галузеві стандарти системи менеджменту якості (аерокосмічної, автомобільної, нафтогазодобувної, телекомунікаційної, харчової промисловості, виробництва медичних приладів та устаткування, програмних продуктів, освіти, охорони здоров'я та інших галузей).

Також для споживачів передбачений і міжнародний стандарт ISO 22000:2005 HACCP (національна версія: ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів»), який передбачає технічну регламентацію процесів на всіх етапах від виробництва до постачання продукції кінцевому споживачу, детальний аналіз виробничих процесів з метою виявлення можливих небезпек у харчових продуктах і застосування заходів щодо їх запобігання, усунення або зниження цих загроз до припустимого рівня.

Порівняно з попередньою групою стандартів, стандарт ISO 22000:2005 HACCP спрямований на посилення відповідальності за вплив продукції на здоров'я і життя людей.

Увагу до загальнолюдських цінностей відображає міжнародний стандарт ISO 14001:2004 «Системи менеджменту навколишнього середовища — вимоги і керівництво щодо використання» (національна версія: ДСТУ ISO 14001:2006 «Система управління навколишнім середовищем»), призначений для забезпечення організацій елементами ефективної системи управління навколишнім середовищем, які можуть бути взаємозв'язаними з іншими вимогами до менеджменту для сприяння організаціям у досягненні екологічних та економічних цілей. Як і попередній стандарт, ISO 14001:2004

використовується для сертифікації систем менеджменту. Зазначимо, що даний стандарт не висуває вимог до звітності, але передбачає обов'язкову публічність екологічної політики. Це пояснюється, зокрема, тим, що інформація про сертифікацію системи якості наводиться на упаковці товару. Опублікування ж інформації про впровадження й ефективність системи управління є важливим як для бізнесу, так і для суспільства.

Аналогічні за призначенням, але суворіші порівняно із зазначеним стандартом вимоги щодо зменшення рівня негативного впливу виробничого сектору на навколишнє середовище, постійного поліпшення та розвитку з урахуванням останніх досягнень та економічної доцільності містить стандарт EMAS (Eco Management and Audit Scheme), який діє в ЄС. Останній, на відміну від попереднього, вимагає звітування про результати його впровадження.

Окремим аспектам трудових взаємовідносин присвячено два міжнародних стандарти — OHSAS 18001:2007 та SA 8000:2001 Social Accountability, які не збігаються за призначенням і містять вимоги щодо усунення дискримінації та забезпечення належних умов праці. При цьому перший є технічним регламентом, встановлює вимоги до системи управління гігієною та безпекою праці (ГіБП). Його впровадження надає організації можливість контролювати ризики і поліпшити свою діяльність. Недоліком цього стандарту є відсутність специфічних критеріїв оцінки ефективності ГіБП і рекомендацій щодо розробки системи управління.

SA 8000:2001 Social Accountability передбачає дотримання бізнесом вимог щодо прав працівників на працю, в тому числі на охорону праці, і призначений для сертифікації та звітування.

Існує ще один міжнародний стандарт — ISO SR 26000:2011 «Соціальна відповідальність організацій», який має комплексний характер і враховує інтереси більшості груп зацікавлених осіб (персоналу, споживачів, місцевої громади), спрямовані на охорону навколишнього середовища, економне витрачання ресурсів, отже, встановлює вимоги до діяльності бізнес-організацій в основних сферах СВБ. Завдяки своїй універсальності даний стандарт може використовуватися бізнесом, законодавчими органами влади, громадськими організаціями та іншими зацікавленими особами незалежно від їх виду діяльності, розміру або місцезнаходження. Його недоліком, на наш погляд, є те, що він не може використовуватися для сертифікації системи управління.

Названі міжнародні стандарти сприяли поширенню принципів соціальної відповідальності бізнесу в усьому світі. Окремі з названих міжнародних стандартів мають відповідні національні (українські) версії, зокрема у сфері управління якістю, усунення небезпек у харчових продуктах, охорони навколишнього середовища, умов праці тощо. Саме ці стандарти є основою для проведення сертифікації систем управління на вітчизняних підприємствах. ПАТ «Оболонь» старається виконувати і дотримуватись цих стандартів, і для багатьох інших українських підприємств ці стандарти є позитивними у використанні і впровадженні даного підприємства.

На прикладі ПАТ «Оболонь» можна виділити цінності корпорації (табл. 2) [9].

Таблиця 2. Основні цінності ведення стандартів бізнесу на ПАТ «Оболонь»

Якість	Професіоналізм	Безпека	Ефективність	Командний дух
Орієнтація на випуск напоїв високих стандартів якості і безпеки	Злагоджена і майстерна робота працівників	Відповідальність за життя і здоров'я співробітників, споживачів	Значні результати роботи з дотриманням екологічної і промислової безпеки	Єдина «родина» однодумців, які розділяють спільні цінності

Складові відповідальної роботи на ПАТ «Оболонь»:

1. Етичний кодекс.
2. Гендерний план.
3. Вітчизняне законодавство.
4. Міжнародне право
5. 10 принципів глобального договору.
6. «Чесна гра» на ринку (fair play):
 - повага до конкурента;
 - повага до правил введення бізнесу та до рішень влади;
 - уникнення проявів нечесної конкуренції;
 - рівні шанси на успіх.
7. Відповідальні закупівлі.
8. Антикорупційна політика:
 - положення про посадові права, обов'язки працюючих, робочі відносини;
 - положення про вибір постачальників товарів, робіт, послуг;
 - положення про договірну роботу в корпорації.
9. Відповідальний маркетинг:
 - програма «Споживай відповідально», 2009 рік;
 - відсутність дегустацій пива у торговельних мережах і пунктах продажу;
 - застережні написи на етикетках напоїв;
 - безалкогольне пиво у продуктовому портфелі.

Висновки

Корпоративна соціальна відповідальність бізнесу приносить користь не лише підприємству, але й державі та суспільству в цілому. Завдяки їй підвищується рівень життя суспільства, досягається збереження навколишнього середовища та природних ресурсів, забезпечується можливість якісного життя людей не лише у короткостроковій перспективі, але й на майбутнє.

Упровадження соціальної відповідальності в бізнесі сприяє розвитку взаємовідносин між приватним і державним секторами в межах реалізації стратегій соціально-економічного розвитку [2; 3]. Крім того, соціально-етичний підхід до ведення бізнесу зміцнює позиції держави на міжнародному рівні. Також підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств за рахунок завоювання споживчих симпатій, про що йшлося вище, призводить до збільшення обсягів продажів та отримання додаткових прибутків, що, у свою чергу, сприяє поповненню державного бюджету.

Література

1. *Котлер Ф.* Корпоративна соціальна відповідальність / Ф. Котлер, Л. Ненсі. — Київ: «Стандарт», 2005. — 352 с.
2. *Кудінова М.М.* Корпоративне управління [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.readera.org/book/konspekt-lektsiy-navchalnoye-distsyeplyne-korporatyevne-upravlin-nja-dlja-10160486.html>.
3. *Кудінова М.М.* Проблеми фінансування соціального захисту населення в Україні / М.М. Кудінова, В.В. Варчук // Глобальна та національні проблеми економіки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.global-national.in.ua/archive/4-2015/97.pdf>.
4. *Прінгл Х.* Энергия торговой марки. Деловой бестселлер / Х. Прінгл, М. Томпсон. — «Питер», 2003. — 288 с.
5. *Гінзбург М.* Спроба класифікації українських нормативних документів // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2005. — № 2. — С. 13—19.
6. *Маматова Т.В.* Міжнародні стандарти корпоративної соціальної відповідальності: механізм адаптації для органів державного контролю України // Державне управління та місцеве самоврядування: зб. наук. пр. — Дніпропетровськ: ДРІДУ НАДУ, 2014. — Вип. 1 (4). — С. 109—120.
7. ДП «Укрметргестстандарт» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.certsystems.kiev.ua>.
8. Базова інформація з корпоративної соціальної відповідальності: посіб. із КСВ / О. Лазоренко, Р. Колишко [та ін.]. — Київ: Енергія, 2008. — С. 78—83.
9. Внутрішній сайт ПАТ «Оболонь» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.obolon.ua>.
10. *Іваницька О.* Глобальні стандарти соціальної відповідальності [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://n-auditor.com.ua/uk/component/na_archive/1241?view=material.

СОБЛЮДЕНИЕ СТАНДАРТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

Н.Р. Валькович, М.П. Буковинская

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрена проблема соблюдения стандартов социальной ответственности на предприятиях Украины, а также показан пример использования стандартов корпорацией ПАО «Оболонь». Стандарты социальной ответственности включают в себя следующие механизмы: соблюдение законодательства Украины, соблюдение прав работников на труд, обеспечение охраны труда, устранение дискриминации, безопасность пищевых продуктов, влияние продуктов на здоровье и жизнь людей, публичность экологической политики, разработка нефинансовой отчетности проведения социального аудита. Перечисленные механизмы формируют стандарты социальной ответственности на предприятиях Украины. Также разработаны подходы к определению понятия корпоративной социальной ответственности.

Ключевые слова: *социальная ответственность, общество, стандарты, предприятия, рыночная экономика, корпоративная культура.*

CATEGORIAL MERCHANDISING AS AN INSTRUMENT FOR INFLUENCING CONSUMER BEHAVIOR

L. Kapinus, M. Yermolayeva

National University of Food Technologies

Key words:

*Trade
Consumer
Marketing
communications
Commodity category
Merchandising*

Article history:

Received 16.09.2016
Received in revised form
09.10.2016
Accepted 23.10.2016

Corresponding author:

L. Kapinus
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

Based on the existing approaches to the interpretation of the term “categorical merchandising” the authorial vision of this category is offered with the aim of systematization of the idea about categorical merchandising in the system of integrated marketing communications in the sales places. The theoretical and methodological aspects of commodities structuring in a commodity category depending on consumer ideas about commodities likeness and their compatible use are considered. The assortment of categorical commodity of retail enterprise with ABC-analyses is analysed; the leaders and outsiders of sales among the commodities are outlined. The reasons of category changing of commodity turnover are set depending on commodities placing on the shelves by means of ABC_i-analyses. Recommendations are offered concerning the effective realization of categorical merchandising technologies with the aim of providing customers to buy commodities in retail enterprises.

КАТЕГОРІЙНИЙ МЕРЧАНДАЙЗИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВПЛИВУ НА ПОВЕДІНКУ СПОЖИВАЧІВ

Л.В. Капінус, М.В. Єрмоласва

Національний університет харчових технологій

На основі узагальнення існуючих підходів до трактування терміна «категорійний мерчандайзинг» у статті запропоновано авторське бачення цієї категорії з метою систематизації уявлення про категорійний мерчандайзинг у системі інтегрованих маркетингових комунікацій в місцях продажу. Розглянуто теоретико-методичні аспекти структуризації товарів у товарну категорію залежно від споживчих уявлень про схожість товарів та їх сумісне використання. Проаналізовано асортимент товарної категорії роздрібно-го підприємства методом АВС-аналізу і виявлено товари, які є лідерами та аутсайдерами продажів. Встановлено причини зміни товарообігу категорії залежно від розміщення товарів на полицях за допомогою АВС_i-аналізу. Запропоновано рекомендації щодо ефективної реалізації технологій категорійного мерчандайзингу з метою залучення споживачів до купівлі товарів у роздрібній точці.

Ключові слова: торгівля, споживач, маркетингові комунікації, товарна категорія, мерчандайзинг.

Постановка проблеми. В умовах посилення конкуренції на ринку, активного використання нових засобів і технологій у сфері маркетингу підприємствам харчової промисловості все складніше стає боротися за прихильність споживачів. Сьогодні споживач є центральною фігурою всіх ринкових процесів, а його рішення впливають на підвищення ефективності діяльності виробничих і торговельних підприємств [2]. З огляду на це, постає питання використання нових маркетингових підходів у просуванні товарів у місцях їх продажу з метою впливу на процес формування поведінки споживачів. Одним із таких маркетингових інструментів є категорійний мерчандайзинг, який базується на креативних і правильних, з точки зору людської психології, підходах розміщення та викладення товарів по категоріям в торговельній залі.

Упродовж останніх років теоретико-методичні й практичні питання категорійного мерчандайзингу розглядали такі вчені, як І. Бланк [1], О. Бурліцька [9], П. Гембл [2] І. Височин [3], Ю. Іванов [4], К. Канаян [7], Р. Канаян [7], Л. Лігоненко [5], В. Пушкаренко [9], К. Семененко [8], Н. Тіхонов [11] та інші. Праці цих дослідників присвячені формуванню науково-методичного базису для підвищення ефективності впровадження категорійного мерчандайзингу в торговельних точках й пошуку напрямків покращання використання технологій категорійного мерчандайзингу в процесі формування поведінки споживачів продукції підприємств роздрібною торгівлі. Однак деякі питання залишилися дискусійними і потребують подальшого вивчення.

Метою дослідження є наукове узагальнення теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо ефективності впровадження категорійного мерчандайзингу як інструменту впливу на поведінку споживачів.

Виклад основних результатів дослідження. На сьогодні роздрібні підприємства в процесі організації торгівлі приділяють велику увагу формуванню товарних категорій, в яких товари сприймаються покупцями як взаємопов'язані і взаємодоповнюючі. Сучасна економіка вимагає зміни погляду на організацію товароруку продукції, розуміння того, що головним фактором, який визначає успіх підприємства-фірми, дистриб'ютора, торгового посередника є його здатність розуміти переваги споживачів і сприяти задоволенню їх запитів. Таку можливість надає мерчандайзинг — системна маркетингова технологія, що реалізується на рівні роздрібних торговельних підприємств, кінцевою метою якої є посилення мотивації поведінки споживачів, створення на цій основі відповідного ставлення до певного товару та стимулювання продажів певних марок і груп товарів без активної участі спеціального персоналу. Поряд з цим для підвищення продажів у торговельних точках використовують нові методи залучення споживача, одним з яких є категорійний мерчандайзинг. Усунення невиннованої і зайвої конкуренції між виробниками товару однієї категорії, створення найбільш комфортних умов для здійснення покупки, забезпечення чіткого дотримання стандартів викладення товарів на полицях — це головні правила мерчандайзингу категорій [6].

У класичному визначенні категорійний мерчандайзинг (КМ) — це стратегічна співпраця роздрібногo оператора і постачальника, при якому сторони управляють категорією як стратегічною одиницею і досягають

зростання категорії (збільшення продажів і прибутку) шляхом набору дій, орієнтованих на покупця [9].

І.В. Височин вважає, що сутність категорійного мерчандайзингу полягає у формуванні товарних категорій таким чином, як їх визначає покупець у своїй свідомості, та єдиному управлінні категорією [3, с. 89]. Н. Тіхонов під категорійним мерчандайзингом розглядає комплексне управління оптимізацією полицного простору на поартикульному рівні в рамках однієї категорії [11, с. 35]. Але при цьому дослідник акцентує увагу на чіткому розділенні завдань між категорійним менеджментом і категорійним мерчандайзингом. На його думку, категорійний мерчандайзинг передбачає вивчення потреб споживачів, аналіз асортименту, структурування товару в товарній категорії й оптимізацію торговельного простору. При цьому організація закупок, ведення документообігу з постачальниками — це функції категорійного менеджменту [11]. Ми теж схилиємося до цієї думки і вважаємо, що оптимізація полицного простору має супроводжуватися різноманітними маркетинговими заходами для впливу на поведінку споживачів в торговельній залі. Узагальнюючи наведені тлумачення, пропонуємо розглядати категорійний мерчандайзинг як комплекс маркетингових заходів у місцях продажу, спрямований на залучення споживачів до здійснення купівлі максимальної кількості товарів однієї категорії.

Утапами реалізації категорійного мерчандайзингу є: виділення категорій, визначення ролі категорій, оцінювання категорій, встановлення цілей для категорій, вибір категорійної стратегії, визначення відповідної тактики, реалізація запланованих дій та аналіз результатів. Проведені дії на кожному з етапів повинні відповідати позиціонуванню підприємства на ринку та його конкурентній стратегії.

У рамках концепції категорійного мерчандайзингу формування асортименту товарів і його викладення в магазині здійснюється відповідно до принципу спільного вжитку товарів, тому перш ніж займатися викладкою товарів і вигідним їх розміщенням у торговельній залі, необхідно оптимізувати асортимент, сформувати товарні категорії, використовуючи певні методи. Для цього застосовується метод АВС-аналізу, заснований на принципі Парето.

АВС-аналіз — це статистичний метод оптимізації асортименту підприємства, який дозволяє зрозуміти, які товари є лідерами продажів, а які аутсайдерами. Встановлено, що за допомогою АВС-аналізу не можна з'ясувати, чому одні товари мають вищий рейтинг, а інші — нижчий. Щоб зрозуміти, що вплинуло на зростання продажів, необхідно провести АВС-аналіз з індексом мерчандайзингу (АВС_i-аналіз), який дозволяє врахувати такі чинники, як номер полиці, на якому розміщений товар, і частка простору на полиці, яку займає товар у цій групі. Результати надають можливість з'ясувати зміни кількості продажів товарів у категорії за умови виставлення їх на одній висоті над рівнем підлоги і рівного положення на полиці.

Індекс мерчандайзингу допомагає зрівняти показники продажів з різних полиць. Як правило, нижня полиця прирівнюється до 1,4; наступна вгору — 1,0; на рівні очей — 0,8 або 0,6; верхня — 1,2. Далі слід розрахувати частку

кожної полиці, яка і буде індексом мерчандайзингу. Формула ABC-аналізу з індексом мерчандайзингу:

$$ABC_i = T \cdot I_m \cdot 1 / K, \quad (1)$$

де T — поточний товарообіг; I_m — індекс мерчандайзингу; K — частка експозиційної площі, яку займає товар на обладнанні [10].

Для аналізу була обрана товарна категорія «Товари для дітей», які представлені на МПП «Хорол» (м. Київ), тому що ця категорія користується попитом серед місцевого населення. В цю товарну категорію ввійшла така продукція, як шоколад для дітей, печиво для дітей, сік для дітей, вода для дітей, дитячі вологі серветки.

За допомогою класичного ABC-аналізу класифіковано товари категорії залежно від частки товару в загальному товарообігу. Результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Розподіл товарів по групах за методом ABC_i-аналізу

Назва групи товарів	Характеристика	Товари категорії, SKU
Група А	Товари, які забезпечують основну частину прибутку.	Бренд «А»
		Бренд «В»
		Бренд «С»
Група В	Товари із середнім показником товарообігу. Середня націнка на ці товари коливається від 15% до 26,4%. Просування товарів цією групи передбачає різноманітні акції, створення додаткової викладки на полицях у зонах основного потоку покупців, забезпечення належного рівня контролю, щоб товари цієї групи не потрапили в групу «С».	Бренд «D»
		Бренд «Е»
Група С	Товари, які не мають суттєвого впливу. Націнка на ці товари коливається від 15% до 33%. Всі ці групи можна віднести до товарів пасивного попиту. Щоб підвищити попит, необхідно розмішувати ці товари на полицях поруч з товарами групи «А» чи товарами, які, зазвичай, доповнюють один одного.	Бренд «F»
		Бренд «G»
		Бренд «H»
		Бренд «I»
		Бренд «J»

З теорії мерчандайзингу відомо, як споживачі сприймають товари на полицях:

- під час огляду товарів, викладених на стелажі, погляд покупця переміщується зліва направо та згори донизу (як під час читання тексту). На цих особливостях руху очей покупця заснована більшість видів викладки товарів;

- найбільша концентрація уваги споживача припадає на предмети, розміщені на рівні очей, тобто в зоні близько 20 см від рівня очей дорослої людини середнього зросту. Іншим привабливим місцем для розміщення товарів є рівень витягнутої руки (при цьому слід враховувати середній зріст цільової аудиторії магазину) [3].

З метою вирівнювання показників продажів з різних полиць товари структуровано в групи, для чого було використано ABC_i-аналіз. Крім товарообігу, в методі було враховано лінійні метри, номер полиці для товарної позиції. Індекс мерчандайзингу був розрахований за формулою 1 з урахуван-

ням 3-поличного простору. На основі отриманих даних зіставлено результати ABC-аналізу та ABC₁-аналізу (табл. 2).

Таблиця 2. Розподіл товарів по групах за методом ABC₁-аналізу

Товари категорії, SKU	Товаро-обіг, грн	Викладка, м	Номер полиці	Індекс мерчан-дайзингу, I _м	Частка експозиційної площі, К	Група за результатами ABC-аналізу	Група за результатами ABC ₁ -аналізу
Бренд «А»	17456	1,0	1	0,2	0,09	А	А
Бренд «В»	10002	0,5	1	0,2	0,05	А	А
Бренд «С»	9021	0,5	2	0,6	0,05	А	А
Бренд «D»	5643	1,5	2	0,6	0,14	В	А
Бренд «E»	3589	1,5	2	0,6	0,14	В	В
Бренд «F»	3064	2,5	3	1,4	0,23	В	В
Бренд «G»	3021	1,5	3	1,4	0,14	В	С
Бренд «H»	1574	1,0	1	0,2	0,09	С	С
Бренд «I»	1057	0,5	1	0,2	0,05	С	С
Бренд «J»	460	0,5	1	0,2	0,05	С	С

Бренд «D» і «G» отримали різні групи за двома методами. Це означає, що вони займають надто багато простору на полиці. Таку невідповідність необхідно використовувати на переговорах з дистриб'юторами, скорочувати викладку товару і змінювати номер полиці. Для більш точного визначення площі, яку повинен займати товар на полиці, проводять аналіз оптимізації полицного простору, на основі якого можуть взагалі виключити товарну позицію з асортименту, а також зробити перерозподіл ресурсів (поличного і торговельного) між товарними позиціями, які входять в одну категорію.

ABC₁-аналіз надає можливість визначити ефективність використання полицного простору для товарної позиції. З метою залучення уваги споживачів та впливу на процес прийняття їх рішення про покупку варто використовувати маркетингові засоби просування в місцях продажу. Часто для цього роздрібні торговці креативно оформлюють полицний простір, ставлять шелфтокери, використовують wobлери, буклети та інші засоби реклами в місцях продажу. Правильно оформлена рекламна інформація направляє до потрібного стелажа або товару; провокує на купівлю; розважає і дозволяє запам'ятати магазин; прикрашає торговельну залу, якщо матеріали правильно підібрані за кількістю та якістю; допомагає покупцеві зробити усвідомлений вибір товару, привертає увагу до певних товарів і брендів; підвищує ефективність інших рекламних інструментів (акцій, радіореклами, зовнішньої реклами, реклами в ЗМІ тощо).

Висновки

З метою розширення понятійного апарата конкретизовано сутність поняття «категорійний мерчандайзинг» і запропоновано його тлумачити як комплекс маркетингових заходів у місцях продажу, спрямований на залучення споживачів до здійснення купівлі максимальної кількості товарів однієї категорії. Проведено розмежування функцій між категорійним менедж-

ментом та категорійним мерчандайзингом з метою правильного розподілу обов'язків менеджера й мерчандайзера в управлінні товарною категорією.

Проведений аналіз асортиментних позицій товарної категорії роздрібного підприємства за методом АВС-аналізу надав можливість виділити ті товари, які найбільше користуються попитом серед споживачів. Для визначення ефективності використання полицного простору товари розподілено в групи з урахуванням результатів АВС₁-аналізу. За результатами виявлено бренди, які займають надто багато простору на полиці, тому таким асортиментним позиціям рекомендується зменшувати площу викладки товару і змінювати номер полиці.

Література

1. *Бланк И.А.* Торговый менеджмент / И.А. Бланк. — Киев: Ника-Центр, Эльга, 2004. — С. 120—125.
2. *Гембл П.* Маркетинг взаимоотношений с потребителями / П. Гембл, М. Стоун, Н. Вудкок. — Москва: Изд-во Торговый Дом «Гранд», 2002. — С. 250—252.
3. *Височин І.В.* Сучасне методичне забезпечення аналізу товарообороту підприємств роздрібної торгівлі / І.В. Височин // Інноваційна економіка. — 2010. — № 4. — С. 88—98.
4. *Іванов Ю.Б.* Конкурентні переваги підприємства: оцінка, формування та розвиток: монографія / Ю.Б. Іванов, П.А. Орлов, О.Ю. Іванова. — Харків: ВД «ІНЖЕК», 2008. — 352 с.
5. *Лігоненко Л.О.* Дискусійні питання щодо трактування сутності та співвідношення понять «ефективність» і «результативність» управління підприємством / Л.О. Лігоненко // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — № 10(88). — С. 207—215.
6. *Іваннікова М.М.* Маркетингове управління лояльністю споживачів / М.М. Іваннікова // Маркетинг і менеджмент інновацій. — 2015. — № 3. — С. 62—72.
7. *Канаян К.* Мерчандайзинг / К. Канаян, Р. Канаян [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.kanayan.biz/assets/books/Merchandising-Kira-and-Ruben-Kanayan-part-1_2.pdf.
8. *Капінус Л.В.* Види мерчандайзингу: сутність та класифікаційні ознаки / Л.В. Капінус, К.Ю. Семененко // Науковий вісник Херсонського державного університету. — 2014. — Вип. 6, Ч.2. — С. 175—177.
9. *Пушкаренко В.* Теоретичні аспекти поняття «категорійний мерчандайзинг» / Віталій Пушкаренко, Оксана Бурліцька // Матеріали VI Регіональної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Маркетингові технології підприємств в сучасному науково-технічному середовищі», 26 квітня 2016 року — Тернопіль: ТНТУ, 2016. — С. 39—40.
10. *Сергиенко О.* Категорійний менеджмент: опыт и практические уроки / О. Сергиенко // Аптека. — 2011. — № 782 (11) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.apteka.ua/article/75942>.
11. *Тихонов Н.А.* Категорійний мерчандайзинг как новый этап развития категорійного менеджмента / Н.А. Тихонов // Вестник СГЭУ. — 2014. — № 1(111). — С. 35—38.
12. *Sirobaba S.* Brand role in the conception of market positioning of goods on the consumer market / S. Sirobaba, G. Cherednichenko, Ir. Tiukha // Ukrainian Food Journal. — 2014. — V. 3. — I. 4. — P. 626.

КАТЕГОРИЙНЫЙ МЕРЧАНДАЙЗИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Л.В. Капінус, М.В. Ермолаева

Национальный университет пищевых технологий

На основе обобщения существующих подходов к трактовке термина «категорійний мерчандайзинг» в статье предложено авторское видение этой

категории с целью систематизации представления о категорийном мерчендайзинге в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций в точках продаж. Рассмотрены теоретико-методические аспекты структурирования товаров в товарную категорию в зависимости от потребительских представлений о сходстве товаров и их совместном использовании. Методом ABC-анализа проанализирован ассортимент товарной категории розничного предприятия и выявлены товары, которые являются лидерами и аутсайдерами продаж. Установлены причины изменения товарооборота категории в зависимости от размещения товаров на полках с помощью ABC-анализа. Предложены рекомендации по улучшению использования технологий категорийного мерчендайзинга с целью привлечения потребителей к покупке товаров в розничной точке.

Ключевые слова: торговля, потребитель, маркетинговые коммуникации, товарная категория, мерчендайзинг.

УДК 615.133

NUTRITION AS THE MAIN COMPONENT OF HEALTH-PROTECTION SYSTEM: VIEWPOINTS BY AYURVEDIC AND NATIONAL NUTRITIOLOGY

G. Simakhina, N. Naumenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Dietetic therapy
Ayurveda
Nutritiology
Vital energy
Regulatory systems of an organism
Index of nutritional individuality*

Article history:

Received 05.09.2016
Received in revised form
04.10.2016
Accepted 20.10.2016

Corresponding author:

G. Simakhina
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The authors of this article performed the comparative research of Ayurvedic and Ukrainian scholarly approaches to the problem of nutritional structure and quality, and thereafter their impact on human health, life provision, physical and psychological balance. An array of specific (sometimes contradictory) criteria to determine the biological value and functional trend of both the food product itself and separate nutrients was also demonstrated. The authors paid the proper attention to elucidation of positive features of both conceptual systems (Ayurveda and Ukrainian nutritiology) enabling to formulate individual principles of nutrition to keep good state of health for longer time.

ХАРЧУВАННЯ ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА СИСТЕМИ ОЗДОРОВЛЕННЯ: ТОЧКИ ЗОРУ АЮРВЕДИ І ВІТЧИЗНЯНОЇ НУТРИЦІОЛОГІЇ

Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко

Національний університет харчових технологій

У статті наведено порівняльну характеристику підходів Аюрведи й вітчизняної нутриціології до проблеми оздоровчого впливу структури та якості харчування на стан здоров'я людини, її життєзабезпечення, фізичну і психологічну рівновагу. Продемонстровано низку специфічних, іноді суперечливих, особливостей наукових шкіл Сходу і Заходу щодо з'ясування тих основних критеріїв, які визначають біологічну цінність і функціональну спрямованість як самого харчового продукту, так і його окремих нутрієнтів. Звернено увагу і виокремлено позитивні сторони обох концептуальних систем, які дають змогу кожному сформулювати індивідуальні принципи оздоровлення, що сприяє збереженню стану здоров'я на довгі роки.

Ключові слова: дієтотерапія, Аюрведа, нутриціологія, життєва енергія, регулюючі системи організму, індекс харчової індивідуальності.

Постановка проблеми. Проблема оздоровлення організму здавна привертала увагу людини. Тисячоліттями найбільш спостережливі, найбільш близькі до природи цілителі шляхом удач і помилок накопичували досвід, передавали його з покоління в покоління. Виникали теорії, концепції, які перевірялись століттями цілительства. І помилкове відпадало, а істинне зберігалось. Це був великий тисячолітній експеримент, це була істинна наука цілительства, і найбільших успіхів у цьому досягла давньосхідна медицина.

Особливо плідними і всеосяжними є концепції здоров'я, створені в Індії, Китаї, Персії. У більш пізній час вони були творчо осмисленими та розвинутими самотньою медициною Тибету. Сьогодні ця безцінна спадщина належить усьому людству і неприпустимо зверхньо ставитись до неї та не використовувати в сучасному суспільстві, яке особливо потребує перевіреної століттями мудрості.

Стрімке поширення аюрведичних знань у Європі перетнуло кордони України, збираючи дедалі більше нових прихильників, які, адаптуючи давньо-індійську систему до вітчизняних реалій, пропонують нашим співвітчизникам нескладну, недорого і дуже ефективну систему оздоровлення.

За ініціативи і безпосередньої участі ректора університету, професора А.І. Українця, вперше в Україні та й на всьому пострадянському просторі відкрито спеціалізацію «Технології аюрведичних харчових продуктів». Група магістрантів кафедри технології молока і молочних продуктів готується стати першими фахівцями у цій новій, незвіданій поки що для широкого загалу галузі. Тому вивчення і висвітлення теоретичних, практичних питань у даному напрямі є надзвичайно актуальним для їх розуміння, практичної реалізації та належної якості підготовки фахівців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. І Аюрведа, і сучасна європейська медицина стверджують, що харчування є не лише обов'язковим тлом для інших методів оздоровлення, а й має самостійне і дуже важливе значення [1; 3; 7; 8; 16]. Структура і якість харчування складають саму сутність ефективної турботи про власне здоров'я.

Корегуючи свій раціон відповідно до різних чинників (статі, виду діяльності, пори року, стану здоров'я тощо), ми поліпшуємо функціональну діяльність усіх органів та систем організму, і, навпаки, неправильне харчування — найважливіший фізичний чинник, що призводить до виникнення і розвитку хвороб.

Наполеглива праця прихильників Аюрведи та наукові здобутки нутриціології виявили особливості харчування, що сприяють збереженню здоров'я на довгі роки. Встановлено взаємозв'язок структури харчування з умовами довкілля, яке також подовжує активне довголіття, підвищує адаптаційні можливості до екологічних умов, забезпечує соціально-психологічну комфортність. Поєднання цих двох могутніх потоків знань у їх практичній реалізації дасть кожній людині основне та істинне надбання — здоров'я.

Сучасна європейська медицина встановила, що робота захисних механізмів в організмі людини потребує постійного синтезу білків [6]. Саме тому нераціональне харчування істотно знижує опірність організму, погіршуючи стан здоров'я. Білково-енергетичний дефіцит чи, навпаки, надлишок певних нутрієнтів можуть призвести до функціональних порушень діяльності органів і систем.

Аюрведа стверджує, що немає сенсу враховувати дані стосовно вмісту в харчових продуктах білків, жирів, вуглеводів, інших нутрієнтів, головне – оцінити їхню енергетику [12]. З іншого боку, критичне ставлення Аюрведи до м'яса пояснюється тим, що в ньому надто багато солі, білків і жирів. Окрім цього, до категорії «правильних» продуктів для людей усіх трьох конституційних типів віднесено м'ясо птиці [17], тому положення та рекомендації Аюрведи, як і вітчизняної нутриціології, містять деякі суперечності, що потребує творчого підходу до їх осмислення та використання.

Мета статті: проаналізувати і порівняти основні концептуальні засади Аюрведи та сучасної нутриціології щодо ролі і місця харчування в загальній системі оздоровлення людини.

Виклад основних результатів дослідження. Аюрведичні методи дієтотерапії потребують окремого розгляду, а зараз спробуємо виявити відмінності та спільні підходи східної та західної медицини до формулювання основних принципів харчування як важливої складової системи оздоровлення людини.

Як і сучасна вітчизняна медицина, Аюрведа підкреслює пріоритетне значення індивідуально підбраного раціону як головного засобу не лише підтримання належного стану здоров'я, а й, за необхідності, тривалого лікування фізичного тіла, що на санскриті називається «анна-майя коша» («харчова оболонка») [8; 9].

Конкретизуючи заявлену в назві статті тезу, об'єктивності ради слід зазначити, що у харчовому раціоні Аюрведу цікавить передусім вплив енергетики їжі (життєвої енергії) на доші — три основні біологічні елементи, що визначають індивідуальну конституцію людини [7; 10].

Особливо великого значення життєвій енергії надає йога — давньоіндійська філософська й оздоровча система. Так, дихання у цій системі розглядається як прояв життєдайної сили — прани [4]. Згідно з йогою, життєва енергія є в усіх формах життя — від мінералів до людини. Прана міститься в усьому живому. Вона є формою енергії, яку використовує душа у своїй матеріальній та астральній діяльності. Усе тіло контролюється і регулюється силою прани. Це енергія, яка живить матерію.

Йога дає загадкове і незрозуміле для європейця тлумачення, що «прана є в повітрі, але це не кисень і не будь-яка з його складових частин. Вона є в їжі, воді і сонячному промінні, але це не вітаміни, не тепло і не сонячний промінь. Їжа, вода, повітря — засоби постачання прани. Ми одержуємо прану через їжу, яку споживаємо, воду, яку п'ємо, та повітря, яким дихаємо. Прана відома також як всесвітня енергія. Вона проявляється як гравітація, електрика, діяльність тіла, нервові струми та сила душі. Все є виявом прани – від думки і до найнижчих проявів фізичної сили» [15].

Ці міркування важко спростувати і важко підтвердити. Хоча з точки зору класичної європейської науки поняття такої «життєвої енергії» суперечить законам термодинаміки.

У вітчизняній нутриціології характеристика раціону розпочинається з хімічного складу продуктів, наявності і співвідношення у них макро- і мікронутрієнтів, ступеня їх безпеки тощо.

З аюрведичної точки зору стандартної дієти для всіх і кожного бути не може, як не може бути нормована і щоденна потреба індивіда в певних нутрієнтах [14].

Вітчизняні дієтологи й дієтотерапевти і досі користуються лікувальними дієтами, сформульованими ще в 1929 р. М. Певзнером. Їх номенклатура сьогодні містить близько 50 найменувань, однак базовими залишаються 15 дієт М. Певзнера. У зарубіжній дієтологічній практиці застосовують 2—4 базові дієти, кожна з яких можна адаптувати до конкретного хворого шляхом комп'ютеризації лікувального харчування.

Основне значення в Аюрведі надається тому, щоб спожита їжа гармонувала з нашою природою. В Аюрведі продукти класифікуються не за сировиною чи технологією виробництва, а за їхнім впливом на доші, і за цим же принципом дається характеристика продуктів. Цей підхід простий і водночас багатоплановий. З його допомогою адепти Аюрведи легко можуть підібрати кожному найбільш корисні продукти [12; 13].

Вітчизняна нутриціологія, на відміну від Аюрведи, перебуває в постійному пошуку, формулюються одні концепції харчування, потім їх змінюють інші — більш досконалі і науково обґрунтовані. І всі вони мають право на життя. Здійснений у нашому дослідженні аналіз показав: головним у контексті даної теми є те, що кожна з наступних концепцій все більше наближається до аюрведичних постулатів харчування. І найбільш яскравим твердженням цього є визнання нашими нутриціологами необхідності індивідуалізованого харчування. Це особливо підкреслюється при формулюванні принципів здорового харчування. Медики вже визнали, що групові дієти не є оптимальними для всіх хворих, оскільки вони можуть порушувати один із найважливіших принципів лікувального харчування — його індивідуалізацію [19]. Констатація цього факту свідчить про те, що Аюрведичне вчення успішно поширюється і в Європі.

Європейська наука ще не дала простих індексів харчової індивідуальності людини. Більша частина рекомендацій з харчування розрахована на середньостатистичну гіпотетичну людину, однак такі еталони не можуть задовольнити кожен конкретну людину, оскільки всі мають різний стан здоров'я і різні потреби у тих чи інших нутрієнтах. Ось чому на практиці рекомендації вітчизняних учених можуть служити лише орієнтиром при розробленні індивідуальних раціонів.

Відомий учений-дієтолог В. Конишев висловив дискусійну думку: необхідне чітке розуміння того, що, досягаючи за допомогою харчування певної мети, ми водночас перешкоджаємо регулюючим системам організму працювати на досягнення інших цілей [5]. Ці міркування ґрунтуються на

одному з правил кібернетики, згідно з яким оптимальність роботи всієї системи складається за умови відомої неоптимальності роботи тих чи тих її ланок [2].

Наведені матеріали ще раз підкреслюють різні підходи до вивчення природи людини і, зокрема, особливостей її харчування, Аюрведою та вітчизняною медициною. Варто знов процитувати Миколу Михайловича: «Часто виникає враження, що успіхи в лікуванні хвороб здобуті не з допомогою науки, а є результатом грубої емпірики, простого накопичення досвіду тисячоліть. А, може, взагалі немає жодних твердих істин стосовно людської природи».

На відміну від європейської науки, в Аюрведі є переконливі істини, відкриття, яким понад 5 тисяч років. Головні положення Аюрведи споріднені з аналогічними у давньокитайській, давньоперській і давньогрецькій медицині. І в цьому не лише підтвердження істинності Аюрведи, а й геніальності єдиного джерела давньої медицини.

Попри певну відмінність аюрведичних та європейських підходів до харчування з точки зору його впливу на стан здоров'я людини, цілком реально сформулювати ті спільні позиції Сходу і Заходу, які забезпечують статус харчування як основної складової системи оздоровлення.

Для зручності сприйняття назвемо ці позиції звичними для нашої нутриціології принципами раціонального (оптимального, здорового) або, за Аюрведою, — саттвічного харчування.

Принцип 1.

Вітчизняна нутриціологія. Дотримуватись рівноваги між енергією, що надходить з їжею (не ототожнювати з аюрведичним поняттям енергетики їжі) та енергетичними витратами організму на виробничу, соціальну діяльність і фізичне тренування.

Аюрведа. Цей принцип конкретизує, що їсти треба лише тоді, коли відчуваєш голод; їсти не надто швидко і не дуже повільно, лише сидячи. Не сидати за стіл у поганому настрої, оскільки негативні емоції наносять шкоду травленню.

Принцип 2.

Вітчизняна нутриціологія. Дотримуватись збалансованого співвідношення білкових, жирових, вуглеводних, вітамінних, мінеральних компонентів у раціоні та харчових волокон. Кожен із зазначених нутрієнтів має своє основне призначення. І збалансоване їхнє співвідношення — біологічна закономірність.

Аюрведа не оперує такими поняттями, як нутрієнти. Разом з тим, згідно з ведичним ученням, їжа повинна в організмі людини перетворюватись у процесі травлення на «оджас» — тілесне блаженство. Причому, щоб їжа перетворювалась на оджас без особливих зусиль організму, вона має бути *саттвічною*, тобто сповненою гармонії, чистоти і добра.

З позицій вітчизняної нутриціології можна стверджувати, що гармонія їжі якраз і визначається оптимальним співвідношенням усіх нутрієнтів, а її чистота і добро — абсолютна безпека для споживача.

Принцип 3.

Вітчизняна нутриціологія. Дотримуватись раціонального режиму харчування: регулярності, оптимального розподілу раціону протягом дня і при кожному вживанні їжі; віддавати перевагу сезонним продуктам.

Сучасна наука обґрунтовує необхідність регулярного прийому їжі фактом, що в такому разі ще до початку вживання їжі відбувається помітне підвищення активності травних ферментів, що поліпшує та прискорює майбутній процес травлення, забезпечуючи людині відчуття оджасу (тілесного блаженства).

Точність налаштування процесу травлення на конкретний прийом їжі вражаюча. Лише недавно фахівці з'ясували, що їжа, спожита за сніданком, обідом та вечерею сьогодні, програмує підготовку всіх травних систем на наступний день [18].

Аюрведа. Принципи аюрведичної дієтики також ураховують зазначені чинники: поєднання продуктів, кількість їжі і частота її прийомів, відповідність раціону кліматичним умовам, порам року. Восени особливу увагу слід приділяти їжі, яка знижує вату, оскільки її надмір викликає виснаження, слабкість, депресії нервозність. У кінці весни та влітку необхідно споживати їжу, яка знижує пітту, тому що її підвищений рівень призводить до лихоманки, запалення, інфекцій. Взимку та ранньою весною потрібні продукти, які знижують капху. Її надлишок пригнічує процес травлення, викликає слабкість, сонливість, збільшення маси тіла, призводить до порушення функціонування організму [11; 12].

Принцип 4.

Вітчизняна нутриціологія. Дотримуватись потреб організму в харчуванні та руховій активності, зважаючи на вікові зміни в процесах метаболізму, фізіологічних функціях, і враховувати профілактичну спрямованість раціону. Остання позиція стосується як атеросклерозу, так і інших широко розповсюджених патологій, що супроводжують старіння організму, — ожиріння, цукрового діабету, гіпертонічної хвороби, остеопорозу, онкології тощо.

Відомі вітчизняні фахівці з проблем геродієтичного харчування Ю.Г. Григоров та С.Г. Козловська вважають, що, окрім зазначеного, таке харчування повинне мати лужну спрямованість для запобігання закисленню внутрішнього середовища організму, яке розвивається в старості [18]. Раціон має бути збагачений продуктами і стравами, що нормалізують кишкову мікрофлору; містити сполуки, які здатні подовжувати життя (наприклад, вітамін Е, коензим Q₁₀, інші антиоксиданти тощо); включати продукти, що легко перетравлюються протеолітичними ферментами.

Аюрведа. Не наголошуючи прямо на необхідності підтримувати в організмі кислотно-лужну рівновагу, Аюрведа вважає саттвічну їжу джерелом здоров'я, активної старості та довголіття. А саттвічна їжа — це молоко, топлене масло Гі, фрукти, овочі, боби, мед, кунжут. І в кожному з цих продуктів переважають концентрації мінеральних сполук лужного спрямування. Наприклад, за даними Ю. Ніколаєва та Е. Нілова, у молоці частка лужних елементів становить 53,4%; у топленому маслі — 63,9%; у картоплі, моркві, буряках — понад 70%; у фруктах — понад 77%, а в лимонах — 79,5%.

Таким чином, йдучи різними шляхами, і Аюрведа, і вітчизняна нутриціологія визначили найбільш корисні продукти, в тому числі, геронтологічного спрямування.

Згідно з Аюрведою, найкраще засвоюється щойно приготована їжа; треба звести до мінімуму її споживання в сирому вигляді, оскільки після варіння, тушіння, запікання їжа засвоюється краще; а фрукти потрібно їсти прямо із саду, адже, чим свіжіший продукт, тим більшої сили виникає оджас.

Окремо Аюрведа визначає правила споживання коров'ячого молока, вважаючи його найбільш саттвічною їжею, яка зміцнює тіло та сприяє душевному спокою. Для кращого засвоєння молоко рекомендовано кип'ятити; його не слід споживати з тими продуктами, які не поєднуються з ним смаками (гострим, кислим, солоним), а вживати лише з солодкою їжею – борошняними виробами, кашами, солодкими фруктами або як самостійний продукт.

Для людей типу Капха (люди міцної статури, схильні до ожиріння) підходить молоко зниженої жирності, а люди типу Вати (худорляві, поривчасті, схильні до тривоги) та Пітти (середньої статури, вольові, вимогливі) мають віддавати перевагу цільному молоку.

Варто зазначити, що аюрведична порада пити кип'ячене молоко має своє пояснення також у вітчизняній нутриціології з точки зору виникнення в організмі алергійних реакцій. Так, алергійними властивостями (лише у схильних до алергії людей) відзначаються білки глобуліни, рідше — казеїни. При кип'ятінні молока глобуліни переходять у пінку, і алергійні властивості білків різко зменшуються.

Як саттвічна їжа, що поліпшує травлення, Аюрведа, як і наша медицина, рекомендує кисломолочні продукти. Одним із них є «ласси» — по півчашки кефіру (закваски) і холодної води змішують з добавками кардамону, шафрану та 1—2 чайними ложками цукру.

Висновки

Головна відмінність аюрведичних підходів до проблеми оздоровлення людини від вітчизняних полягає в тому, що основою розуміння стану здоров'я і хвороб, умов активної старості і довголіття в Аюрведі є концепція єдиного організму, нероздільного психічного і тілесного, окремого органу і всього організму. І в контексті даної теми ця концепція виражається в аюрведичному вченні стосовно саморегулювання організму харчовими продуктами, що відповідають трьом дошам (трьом конституційним типам); необхідності пристосовувати структуру харчування до змін навколишнього середовища (пора року, клімат, погодні умови); поняття оджасу і саттвічної їжі; необхідності вживання їжі, яка привносить в організм гармонію та забезпечує його праною — життєвою енергією.

Саттвічна їжа в Аюрведі є молочно-рослинною (лактовегетеріанською) і в цьому сенсі не суперечить положенням вітчизняної науки про харчування. Окрім цього, в індивідуальних раціонах вона може виходити за межі лактовегетеріанства і включати м'ясо птиці, морепродукти та яйця (в обмеженій кількості і з урахуванням типу дош).

Ще однією позитивною стороною харчових рекомендацій Аюрведи є те, що в них відсутній перелік абсолютно шкідливих для здоров'я продуктів або абсолютно шкідливі для здоров'я способи приготування і прийому їжі. Тобто, як і вітчизняна нутриціологія, Аюрведа позбавлена харчового фанатизму. Це вигідно відрізняє аюрведичне харчування від інших видів нетрадиційного харчування, зокрема вегетаріанства, сиродіння, роздільного, макробіотичного харчування або тривалого повного голодування.

З позицій нутриціології вилучення ряду продуктів з харчового раціону (хліб, цукор, молоко, м'ясо, риба тощо) збіднює його, оскільки лише при змішаному харчуванні найкраще задовольняються потреби організму у всіх нутрієнтах.

Розглянуті два концептуальні підходи до формування структури харчування в системі оздоровлення організму людини спільні в одному: раціональне (саттвічне) харчування — одна із найважливіших умов активного довголіття, здорової старості. Більш того, за даними ВООЗ, таке харчування сприяє подовженню тривалості життя людини в середньому на 7...10 років.

Література

1. *Агніваса А.* Введение в Аюрведу / А. Агніваса; пер. с англ. — Москва: Профит-Стайл, 2011. — 160 с.
2. *Амосов Н.М.* Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья. Человек и общество / Н.М. Амосов. — Москва: АСТ; Д.: Сталкер, 2003. — 464 с.
3. *Блаватская Е.П.* Письма из пещер и дебрей Индостана / Е.П. Блаватская. — Москва: ООО Издательство «АСТ», 2004. — 507 с.
4. *Вішнудевананда Свами* Повна ілюстрована книга з йоги / Свами Вішнудевананда; пер. з англ. — 5-те вид., стереотипне. — Київ: Здоров'я, 2010. — 192 с.
5. *Гарбузов В.И.* Человек — жизнь — здоровье: древние и новые каноны медицины / В.И. Гарбузов. — Санкт-Петербург: АО «Комплект», 1995. — 429 с.
6. *Гонський Я.І.* Біохімія людини: підручник / Я.І. Гонський, Т.П. Максимчук, М.І. Калинський. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
7. *Гулий І.С.* Основи валеології : валеологічні аспекти харчування: підручник / І.С. Гулий, Г.О. Сімахіна, А.І. Українець. — Київ: НУХТ, 2003. — 336 с.
8. *Дмитрієва А.В.* Аюрведа: вступ до ведичної медицини / А.В. Дмитрієва. — Київ: Расааяна, 2015. — 129 с.
9. *Калинский М.И.* Питание. Здоровье. Двигательная активность / М.И. Калинин. — Київ: Наукова думка, 2000. — 176 с.
10. *Кэлдер П.* Древний секрет источника молодости / П. Кэлдер; пер. с англ. — Москва: ООО «Изд. Дом София», 2006. — 288 с.
11. *Лад В.* Травы и специи / В. Лад, Д. Фроули; пер. с англ. — 11-е изд. — Москва: Саттва; Профиль, 2015. — 320 с.
12. *Питание по Аюрведе* / авт.-сост. Б.Л. Смолянский, Л.В. Белова. — Москва: Изд-во ЭКСМО, 2005. — 208 с.
13. *Репресас Х.* 7 жизненных путей к здоровью, благополучию и долголетию / Х. Репресас; пер. с англ. — Київ: Изд. дом «Амадей», 2002. — 270 с.
14. *Свобода Р.* Аюрведа: жизнь, здоровье, долголетие / Р. Свобода; пер. с англ. — Москва: Саттва, 2014. — 384 с.
15. *Системы оздоровления Востока и Запада: энциклопедия* / под общ. ред. А.А. Левшинова. — Санкт-Петербург: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2004. — 608 с.
16. *Українець А.І.* Аюрведичні знання як унікальна цілісна система оздоровлення і лікування хвороб / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Г.Є. Поліщук, Н.В. Науменко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 22, №2. — С. 117—123.

17. Фроули Д. Аюрведическая терапия / Д. Фроули; пер. с англ. — 10-е изд. — Москва: Саттва; Профиль, 2015. — 448 с.

18. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро; пер. с англ. — Москва: Мир, 1998. — 568 с.

19. Ципріян В.І. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / В.І. Ципріян та ін. — Київ: Здоров'я, 2007. — 572 с.

ПИТАНИЕ КАК ОСНОВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ: ТОЧКА ЗРЕНИЯ АЮРВЕДЫ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НУТРИЦИОЛОГИИ

Г.А. Симахина, Н.В. Науменко

Национальный университет пищевых технологий

В статье представлена сравнительная характеристика подходов Аюрведы и отечественной нутрициологии к проблеме оздоровительного влияния структуры и качества питания на состояние здоровья человека, его жизнеобеспечение, физическое и психологическое равновесие. Продемонстрирован ряд специфических, иногда противоречивых, особенностей научных школ Востока и Запада относительно тех основных критериев, которые определяют биологическую ценность и функциональную направленность как самого пищевого продукта, так и его отдельных нутриентов. Освещены положительные стороны обеих концептуальных систем, что дает возможность каждому сформулировать индивидуальные принципы оздоровления, способствующие сохранению состояния здоровья на долгие годы.

Ключевые слова: *диетотерапия, Аюрведа, нутрициология, жизненная энергия, регулирующие системы организма, индекс пищевой индивидуальности.*

УДК 331.45

USING MULTI-AGENT TECHNOLOGIES TO INCREASE THE LEVEL OF SAFETY IN THE ENERGY SECTOR OF FOOD INDUSTRY

A. Siryk, O. Yevtushenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Safety of work
Labor protection
Intelligent agent
Power facilities
Management
information system
Multi-agent technology
Food industry*

Article history:

Received 20.09.2016

Received in revised form
13.10.2016

Accepted 27.10.2016

Corresponding author:

A. Siryk

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

This research addresses the actual scientific issue of developing models and methods to increase the level of safety in the energy sector of food industry using multi-agent technologies. The scientific results of the research contribute to the development of theoretical and applied foundations of the development of methods, management systems and control of security operations and state of labor protection, including the use of information systems for supporting and adopting the decisions concerning labor protection and can be used to improve management decisions on providing working conditions safety in the energy sector of food industry.

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ГОСПОДАРСТВІ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

А.О. Сірик, О.В. Євтушенко

Національний університет харчових технологій

У статті вирішено актуальне наукове завдання розробки моделей і методів підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості на основі використання мультиагентних технологій. Наукові результати досліджень є внеском у розвиток теоретичних і прикладних основ розроблення методик, систем управління та контролю за безпекою робіт і станом охорони праці, зокрема із застосуванням інформаційних систем для підтримки й прийняття рішень з охорони праці, та можуть бути використані при вдосконаленні проектів управлінських рішень щодо забезпечення безпечних умов праці працівників енергетичного господарства підприємств харчової промисловості.

Ключові слова: безпека праці, охорона праці, інтелектуальний агент, енергетичне господарство, інформаційно-керуюча система, мультиагентна технологія, харчова промисловість.

Постановка проблеми. Аналіз сучасної економічної обстановки на підприємствах харчової промисловості, зокрема енергетичного господарства, дозволяє зробити висновок про наявність кризової ситуації, що обумовлено насамперед наявністю дефіциту інвестицій. Що практично блокує процес оновлення основних фондів. Наслідком цього є різке падіння технологічної, виробничої, трудової дисципліни, а також безвідповідальне ставлення посадових осіб, виробничого персоналу до виконання правил і норм охорони праці на виробництві, що, у свою чергу, значно впливає на рівень безпеки праці.

В Україні створюється, реконструюється і функціонує велика кількість малих, середніх і великих харчових підприємств, які експлуатують промислові енергетичні установки. Серед безлічі тих, що експлуатуються, значний обсяг займають об'єкти, що почали працювати в минулому столітті з урахуванням вимог і технологій того часу [1]. У зв'язку з цим зросла необхідність у переобладнанні та перебудові виробництва, перепрофілюванні технологічного процесу для заміни обладнання новим, більш досконалим, проведенні автоматизації наявних виробничих процесів або запровадженні принципово нових технологій [2; 3].

Незважаючи на досягнуті результати багатьох вчених у галузі охорони праці, рівень виробничого травматизму все ще досить високий, про що свідчать статистичні дані по виробничому травматизму. Тільки за період з 2003 р. по 2015 р. травми отримали 10482 працівників харчової галузі, з яких 694 — зі смертельним наслідком [4; 5]. У харчовій промисловості існують шкідливі і небезпечні виробничі чинники, що призводять до травматизму, запобігання яким значною мірою залежить від своєчасного вибору сукупності заходів реагування та профілактики цього небажаного явища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у вирішення проблеми безпеки виробничих процесів внесли вітчизняні та зарубіжні вчені: О.І. Амоша, Ю.Ф. Булгаков, А.О. Водяник, О.В. Войналович, В.А. Глива, Г.Г. Гогіташвілі, А.О. Гурін, О.І. Запорожець, В.Г. Здановський, Ф.С. Клебанов, В.І. Козлов, О.Є. Кружилко, О.Є. Лапшин, О.Г. Левченко, М.О. Лисюк, М.В. Назаренко, К.Н. Ткачук та ін.

Питання комплексної оцінки і методики формування плану заходів щодо запобігання виробничому травматизму розглянуто в працях Б.О. Білінського, В.В. Майстренка, М.М. Мотрича, Н.А. Праховнік, І.М. Подобєда, Н.В. Ступницької, С.В. Шапошникової та ін.

Незважаючи на значну кількість наукових джерел, у яких розглядаються питання організації безпеки праці і запобігання травматизму в різних галузях промисловості України, проблеми автоматизації процесу вибору сукупності заходів щодо підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств потребують більш глибокого вивчення.

Разом з тим, підвищення рівня безпеки виробництва вимагає значних капіталовкладень на його переоснащення, перенавчання персоналу. У такому

випадку виникає протиріччя, пов'язане, з одного боку, з необхідністю підвищення рівня безпеки праці, що неодмінно призводить до збільшення витрат та здорожчання собівартості продукції, з іншого, — до зменшення виробничих витрат, що може призвести до збільшення виробничого травматизму.

Одним із перспективних наукових напрямків вирішення зазначеного протиріччя є використання мультиагентних технологій в інформаційно-керуючих системах сучасних енергетичних господарств підприємств харчової промисловості, що дозволить керівнику енергетичного господарства ефективно використовувати різні сукупності заходів у рамках загальної множини нормативно-правових документів для підвищення рівня безпеки праці.

На сучасних підприємствах харчової промисловості, зокрема і в енергетичному господарстві таких підприємств, широко використовуються інформаційно-керуючі системи. За допомогою таких систем керівник енергетичного господарства спілкується з диспетчерами, черговими енергетиками, дільничними підрозділами та іншими. Крім того, дані системи можуть бути використані для пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів щодо підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості [6; 7].

Проблема забезпечення стійкості функціонування складних інтелектуальних інформаційно-керуючих систем, до яких можна віднести енергетичне господарство підприємств харчової промисловості, вперше була порушена в дослідженні О.А. Машкова [8]. Ключові положення теорії функціональної стійкості згодом були розвинені в працях О.В. Барабаша [9] та інших. Питання верифікації елементів бази знань інформаційно-керуючих систем розглядалися в [11—13].

Метою статті є підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості на основі використання мультиагентних технологій.

Викладення основних результатів дослідження. Завдання підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості найбільш доцільно вирішити шляхом запровадження в інформаційно-керуючу систему компонентів — інформаційних об'єктів та інтелектуальних агентів [6].

Процес удосконалення функціонування системи управління охороною праці (СУОП) вимагає раціональної організації і чіткої взаємодії керівника енергетичного господарства та керівників усіх структурних підрозділів, а також ефективної взаємодії з галуззю, відповідними державними органами та виконання всіх нормативно-правових актів.

На сьогодні важливим є підвищення рівня інтелектуальності спеціалізованих керуючих систем, що впливає з обмеженості традиційного інформаційного підходу. В рамках загальної концепції побудови інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості сформульовано агентно-орієнтований підхід до інтелектуальної взаємодії компонентів.

Інтелектуальний агент (ІА) — це програмний або апаратний об'єкт, що автономно функціонує для досягнення цілей, поставлених перед ним

власником або користувачем, володіє певними інтелектуальними здібностями [10]. Однак завдання створення методики проектування інтелектуальних інформаційно-керуючих систем для таких складних об'єктів, як енергетичне господарство, не вирішене. Вимагають подальшого дослідження і розробки такі питання, як: розробка моделі об'єкта інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості; побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості; побудова моделі пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів щодо підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості; розробка методики зберігання і пошуку нормативно-правових документів в інформаційно-керуючій системі енергетичного господарства підприємств харчової промисловості.

У загальному випадку модель інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості можна подати у такому вигляді (рис. 1.)

Відповідно до мети дослідження, завдання підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості на основі використання мультиагентних технологій у формалізованому вигляді можна визначити як:

$$R(\text{БП}) \rightarrow \max,$$

де $R(\text{БП})$ — рівень безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості при накладенні обмеження на вартість заходів $C \leq C_{\text{доп}}$.

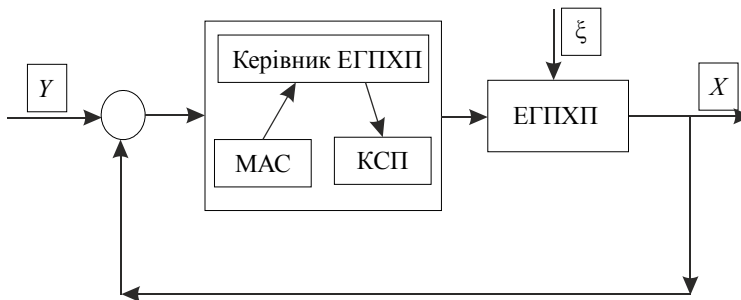


Рис. 1. Загальна модель інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості: Y — вектор нормативно правової бази; K ЕГПХП — керівник енергетичного господарства підприємства харчової промисловості; МАС — мультиагентна система; КСП — керівники службових підрозділів; ξ — дестабілізуючі фактори; X — вектор стану безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості

Як метод побудови програмних продуктів для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості обрано об'єктно-орієнтоване програмування [12]. Необхідним базисом для формалізації інтелектуальних компонентів ІКС є модель інформаційного

об'єкта (ІО), яка повинна будуватися в рамках певної формалізованої системи. Як математичний апарат такої системи доцільно використати логіку першого порядку.

Інформаційний об'єкт пропонується визначити таким чином:

$$O := \langle N_o, \{A\}, \{O\}, \{F\} \rangle, \quad (1)$$

де N_o — ім'я об'єкта; $\{A\}$ — множина атрибутів об'єкта (A_0, \dots, A_n), де A_i — i -й атрибут інформаційного об'єкта; $\{O\}$ — множина об'єктів, які структурно входять до даного об'єкта, ($O_{NO_1}, O_{NO_2}, \dots, O_{NO_m}$), де O_{NO_i} i -й підпорядкований об'єкт об'єкту з ім'ям N_o ; $\{F\}$ — множина функцій, які виконує даний інформаційний об'єкт.

Введення поняття «множина функцій» дозволяє природним чином розділити інформаційні об'єкти (ІО) на два класи: активні ($\{F\} \neq \emptyset$) і пасивні ($\{F\} = \emptyset$). Взаємодія ІО здійснюється через прийом і передачу пасивних інформаційних об'єктів (ПІО), при цьому в множині функцій активних ІО можуть породжуватися необхідні ПІО і передаватися іншому ІО.

Для опису функціонування об'єктів в об'єктно-орієнтованій системі використовується модель скінченого автомата. Для формалізації функціональної моделі ІО використовується: $\{R\}$ — множина ПІО, що приймаються даним об'єктом; $\{T\}$ — множина ПІО, які передаються даним ІО.

Функціональна модель ІО оперує з множинами $\{A\}$, $\{R\}$ і $\{T\}$. Оскільки для кожного атрибута A_i множина, на якій він визначений, — S_{A_i} , може мати різну природу, то елементи цієї множини можна інтерпретувати досить широко: як програмні коди, виклики функцій операційної системи, графічні структури тощо.

Виділено 2 типи станів ІО у функціональній моделі:

а) стани, в яких можливий прийом елементів множини $\{R\}$, надалі позначених як R_i ;

б) стани, в яких неможливий прийом R_i .

Оскільки множина функцій повинна враховувати співвідношення атрибутів і зміст R_i , то також введено предикати, які утворюватимуть множину допустимих предикатів: $\{P_r\} = (P_{r_1}, P_{r_2}, \dots, P_{r_\phi})$. Для аналізу складних умов і співвідношень будуватимемо формули над предикатами в мові числення висловлювань, позначаючи їх $F(P_r)$, або F .

Алфавіт числення для $K_{\text{ФМ}}$: $A = (\{R\}, \{T\}, \{A\}, \{S\}, \{P_r\}, \&, \vee, (,), \neg, \rightarrow, \xi, \nabla, \emptyset)$, де $\{S\}$ — множина станів ІО; ξ — символ порожнього слова. До нього включаємо символи мови ІО для побудови формул F . Алфавіт змінних включатиме змінні $P = (p, q, f, hA)$, де p — послідовність вхідних ПІО; q — послідовність вихідних ПІО; f — послідовність формул з предикатами P_r в ІО; hA — список атрибутів ІО, для якого будується функціональна модель.

Аксиому числення задамо як $A = (\emptyset \xi S_0 \xi hA(0) \xi \emptyset \xi \emptyset)$, де \emptyset означає порожній стан змінної, а під $hA(0)$ розуміється список вигляду $hA(0) = \langle\langle N_{A1}, S_{A1}, V_{A1}(0)\rangle; \langle N_{A2}, S_{A2}, V_{A2}(0)\rangle; \dots \langle N_{An}, S_{An}, V_{An}(0)\rangle\rangle$, де $V_{Ai}(0)$ позначає значення i -го атрибуту у момент часу $t = 0$, тобто у момент початку функціонування ІО.

Правила виводу для числення $K_{\text{ФМ}}$ будуватимемо як схеми правил, оскільки в конкретній функціональній моделі виходитиме різна кількість правил виводу, які мають вигляд, що відповідає запропонованим схемам:

$$\text{Схема 1: } R_i p \xi S_0 \xi hA(0) \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_i \xi hA(R_i) \xi q, T_i \xi f, F_i;$$

$$\text{Схема 2: } R_i p \xi S_0 \xi hA(0) \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_i \xi hA(R_i) \xi q, T_i \xi f, F_i.$$

Схеми 1 і 2 задають правила, що виводять зі стану S_0 в стани типу а) і б) відповідно. Для позначення неможливості обробки вхідної послідовності R_i використовується службовий символ ∇ . У цих схемах породжується вихідний ПІО T_i , і формула F_i , при цьому допускаємо можливість завдання $T_i = \emptyset$ і $F_i = \emptyset$, що дозволяє уникнути зайвих схем виводу.

$$\text{Схема 3: } R_i p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_j \xi hA(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j;$$

$$\text{Схема 4: } R_i p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f, F_i \Rightarrow p \xi S_j \xi hA(R_i) \xi q, T_j \xi f.$$

Схеми 3 і 4 визначають переходи із станів типу а) в стани типу а), з аналізом істинності F_i або без аналізу. Допускаємо також, що в F_i може бути задана формула $(\neg F_i)$, тобто перевіряється істинність заперечення певної формули. Таке розширення допустиме, оскільки у численні висловлювань істинність або помилковість будь-якого вислову може бути точно встановлена. Оброблена формула F_i виключається з подальшого процесу виводу. При циклічній поведінці ІО необхідна формула може знову породжуватися схемами 3.

$$\text{Схема 5: } R_i p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi hA(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j;$$

$$\text{Схема 6: } R_i p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f, F_i \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi hA(R_i) \xi q \xi f.$$

Схема 5 задає перехід із стану типу а) в стан типу б) без аналізу F , а схема 6 — з аналізом F .

$$\text{Схема 7: } \nabla p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_j \xi hA(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j;$$

$$\text{Схема 8: } \nabla p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f, F_i \Rightarrow p \xi S_j \xi hA(S_i) \xi q, T_j \xi f;$$

$$\text{Схема 9: } \nabla p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi hA(S_i) \xi q, T_j \xi f, F_j;$$

$$\text{Схема 10: } \nabla p \xi S_i \xi hA \xi q \xi f, F_i \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi hA(S_i) \xi q, T_j \xi f.$$

Схеми 7, 8 визначають переходи із станів типу б) в стани типу а), а схеми 9 і 10 із станів типу б) в стани типу б). У цих схемах правил закладається можливість повернення в стан S_0 і зупинки при переході в такий стан S_j , з якого немає можливості подальшого виводу.

У схемах правил виводу 1—10 в загальному вигляді задаються функціональні перетворення $hA(S_i)$, які можна визначити як перетворення над значеннями атрибутів: $V_{Ai} := f_{(k)}(V_{A\phi 1}, \dots, V_{A\phi k})$, де k — кратність функціонального символу, $V_{A\phi i}$ — i -й аргумент функції $f(k)$, узятий із списку значень атрибутів.

Отже, вперше розроблено математичну модель інформаційного об'єкта інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості, яка заснована на додатковій множині функцій, що описують вимоги законодавчо-нормативних документів з охорони праці. Дана модель забезпечує можливість трансформації об'єкта у процесі функціонування, а також зв'язок програмних об'єктів з інтелектуальними агентами.

На підставі аналізу характеристик і недоліків відомих моделей інтелектуальних агентів (IA) пропонується визначити IA як структуру вигляду: $IA = \langle N_{IA}, S_A, V_{IA}, M_{VB}, VO \rangle$, де N_{IA} — ім'я інтелектуального агента; S_A — структура атрибутів, яка визначається аналогічно структурі атрибутів для інформаційних об'єктів (IO); $V_{IA} = \{IA\}$ — множина вкладених IA; M_{VB} — механізм вибору моделі функціонування; $VO = \{O\}$ — множина інформаційних об'єктів, що реалізують сценарії роботи IA.

Інтелектуальний агент на підставі критеріїв вибору моделі функціонування, закладених в M_{VB} , приймає рішення про реалізацію в даний момент часу певного сценарію роботи та ініціалізує відповідний IO. Інформаційний простір інтелектуального агента визначається як сукупність IO та IA, що оточують IA_i і взаємодіють з ним: $V_{IA_i} = (AR_{IA}^i, AR_{IO}^i)$, де

$$AR_{IA}^i = (N_{IA_j}, A_{IA_j}^\xi, \dots, A_{IA_j}^\psi, N_{IA_l}, A_{IA_l}^\xi, \dots, A_{IA_l}^\psi);$$

$$AR_{IO}^i = (N_{IO_j}, A_{IO_j}^\xi, \dots, A_{IO_j}^\psi, N_{IO_l}, A_{IO_l}^\xi, \dots, A_{IO_l}^\psi).$$

Модель вибору поведінки IA може бути подано так: $M_{VB} = (MIS, MG, MSR, MA)$, де MIS — модель інформаційного середовища; MG — модель цілевизначення; MSR — модель пошуку рішення; MA — модель активних дій.

Модель цілевизначення будується таким чином:

$$MG_{IA_i} = (SS_{IA_i}, FSS_{IA_i}, GS_{IA_i}, G_{IA_i}^{top}, G_{IA_i}^{down}, FG_{IA_i}^D, FG_{IA_i}^S, FAG_{IA_i}, SMA_{IA_i}(t)),$$

де SS — множина стратегій, що розуміються як методи вибору цілей $SS = (S_i | i = 1, \dots, n)$, FSS — функція вибору стратегії; GS — множина статичних цілей; G^{top} — множина цілей, що отримуються даним IA від агентів більш високого рівня ієрархії; G^{down} — множина цілей, які можуть бути передані IA нижчих рівнів; FG^D — функція формування динамічних цілей; FG^S — функція вибору статичних цілей; FAG — функція вибору активних цілей, тобто цілей, прийнятих до реалізації; SMA — стан навколишнього мультиагентного оточення.

Під пошуком рішення слід розуміти знаходження шляху досягнення мети або цілей даним IA в поточному стані MA -оточення (рис. 2). Оскільки різні

структурні підрозділи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості володіють своєю специфікою, в т.ч. і при прийнятті рішень, то навряд чи є можливим застосування універсального методу пошуку рішення для всіх підсистем ІКС.



Рис. 2. Алгоритм пошуку рішення інтелектуальним агентом

У запропонованій моделі ІА пропонується такий варіант пошуку рішення: нехай ІА має визначену множину статичних цілей $GS = \{gs^i \mid i = 1, \dots, n\}$. Априорі відомі шляхи досягнення цілей, тобто побудовані інформаційні об'єкти $(IO^i \mid i = 1, \dots, n)$, функціонування яких повинне вести до gs^i . У даному випадку кожен ІО покриває певний план. У середині цього плану, тобто в моделі поведінки ІО, можуть бути сформовані довільні повідомлення і довільні послідовності дій. Тоді модель пошуку рішення задається функцією пошуку рішення $SR: GS \rightarrow VO$ де VO — множина вкладених ІО i -го ІА. Це відображення однозначне, але не взаємне, оскільки можливо, що декілька цілей досягаються одним і тим же ІО. Модель активних дій визначається відображенням $AD: GA \rightarrow VO$, яке вибирає необхідні для запуску у нинішній момент ІО.

Побудована модель пошуку рішення в узагальненій моделі ІА дозволяє описати такі відомі класи моделей реалізації поведінки, як моделі із зумовленою кінцевою множиною елементарних дій; моделі з множиною планів; моделі з довільними повідомленнями і діями. На основі даної моделі можуть створюватися нові моделі реалізації поведінки ІА, що поєднують механізми різних класів.

Отже, удосконалено математичну модель інтелектуального агента в структурі інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства під-

приємств харчової промисловості, яка відрізняється від існуючих інформаційною моделлю виробничого середовища, що описується параметрами шкідливих та небезпечних факторів і використанням субмоделі поведінки й прийняття рішення посадовими особами. Дана модель дає змогу враховувати динаміку зміни вектора стану безпеки праці та зміну вектора нормативно-правової бази щодо безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості. Також запропоновано й обґрунтовано математичні моделі інформаційного об'єкта та інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи (ІКС) [6].

Основою для аналізу і розробки моделей баз знань в ІКС є логічна структура [11]. Логічна структура ІКС повинна розглядатися як структура ієрархічна, з точним визначенням рівнів і підлеглих інтелектуальних компонентів системи.

Це положення обумовлюється тим, що структури організаційного управління мають складну ієрархію (керівник (головний енергетик)-відділи-управління тощо), що визначає адміністративні, виробничо-технічні і економічні зв'язки в проєктованій системі [14]. При цьому, як правило, спостерігається сувора підлеглисть адміністративно-структурних одиниць вищим рівням управління.

Формально ієрархія інтелектуальних компонентів визначається структурою вигляду $T_{IK} = (I, \Omega)$, де $I = \{IK\}$ — множина IK , $\Omega = I : I \rightarrow P$, де P — множина ребер, що відповідає матриці інцидентності (рис. 3).

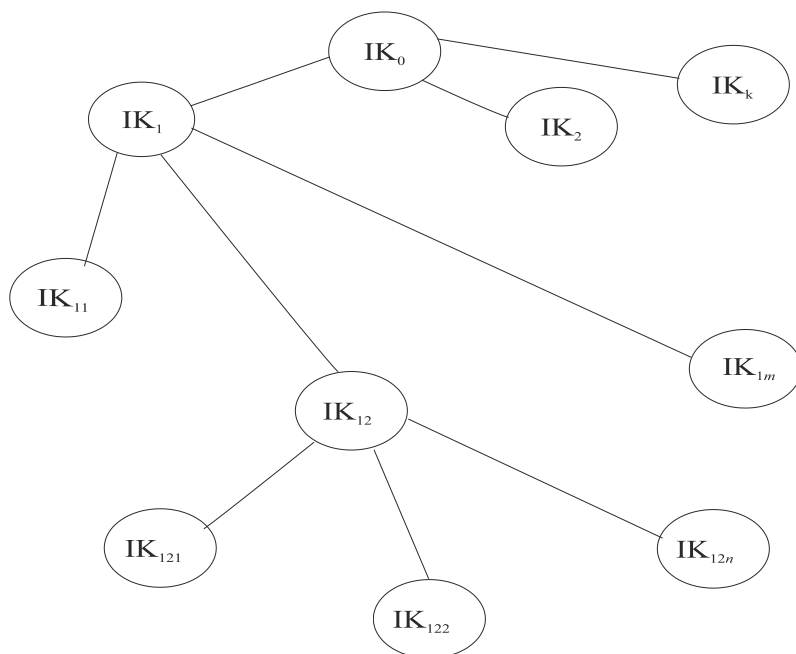


Рис. 3. Топологія ієрархії інтелектуальних компонентів

З кожним інтелектуальним компонентом ІКС зв'язуватимемо його формальну об'єктну систему (ФОС), таким чином зазначена ієрархія буде єднальним елементом між логічною і об'єктною структурами ІКС.

Базу знань (БЗ) інтелектуального компонента можна представити у вигляді такої конструкції: $BZ_{IK_i} = (DD_i, M_{IA}, M_{IO}, BZ_{ФОС})$, де DD_i — дерево декомпозиції інтелектуального компонента IK_i ; M_{IA} — сукупність моделей ІА, пов'язаних з даним IK ; M_{IO} — сукупність моделей інформаційних об'єктів, пов'язаних з даним IK ; $BZ_{ФОС}$ — база знань формальної об'єктної системи даного IK .

Для здійснення виводу застосовується алгоритм МР (Message Passing) [12], але цей алгоритм не надає можливості здійснити виведення цільової формули Q , коли $J(Q) \not\subset J\{BZ_k\}$, тобто сигнатура цільової формули не належить цілком сигнатурі БЗ одного ІК. Для ІКС пошук таких формул цілком можливий, оскільки бази знань ІК зберігають знання певного рівня ієрархії і нові знання (в даному випадку складна цільова формула Q) можуть виникати в процесі сумісного виводу по декількох БЗ різних IK , тому пропонується удосконалений алгоритм, що розвиває й удосконалює алгоритм МР, стосовно баз знань ІКС.

Позначимо як T_{IK_i} — піддерево дерева інтелектуальних компонентів, що починається з IK_i , l_i — індексу послідовності IK_i , що однозначно визначає положення IK_i в ДІК, l_d — останню цифру індексної послідовності, $|$ — операцію відсікання в індексній послідовності, l_i — поточну індексу послідовності. Сигнатура піддерева T_{IK_i} розуміється як об'єднання $J(T_{IK_i}) = \bigcup (J(BZ_{ij}) | IK_{ij} \in T_{IK_i})$.

Початкові дані: дерево інтелектуальних компонентів T_{IK_0} відповідної ІКС, що включає множину баз знань $R = \{BZ_i\}_{i \leq n}$ де n — число ІК в ієрархії; Q — цільова формула з сигнатурою $J(Q)$.

Крок 1. Визначається початкова точка процесу логічного виводу. Піддерево T_{IK_i} вибираємо за найближчим ІК для ІО або ІА, що ініціював процес логічного виводу. Встановлюємо $l_i, l_i := l_i$.

Крок 2. Проводиться порівняння $J(Q)$ і $J(T_{IK_i})$. Якщо $J(Q) \not\subset J\{T_{IK_i}\}$, то виведення Q в піддереві T_{IK_i} неможливе. Перехід до кроку 6, інакше до кроку 3.

Крок 3. Для всіх $IK_{ij} \in T_{IK_i}$ виконується порівняння $J(Q)$ і $J(BZ_{ij})$. Якщо існує j , коли $J(Q) \subseteq J(BZ_{ij})$, то застосовується алгоритм МР для множини БЗ піддерева T_{IK_i} . Інакше — до кроку 4.

Крок 4. Для множини баз знань піддерева T_{IK_i} будується граф перетинів G , далі він перетвориться в дерево G_T відповідно до процедури ($G = (V, E, W)$).

Крок 5. Виконується логічний вивід у графі G_T . Якщо вдається вивести Q , то видається повідомлення «Мета досягнута», тоді варто перейти до кроку 7, інакше до кроку 6.

Крок 6. Перевіряємо рівність $l_i = 0$, тобто чи не досягнутий нульовий рівень ієрархії в ДІК, якщо ні, то $l_i := l_i | l_d$. Перехід до кроку 2. При $l_i = 0$ вивід завершується безрезультатно.

Крок 7. Завершення алгоритму.

Для кожної пари $(i, j) \in E$, коли $i \angle j$, якщо виводиться $BZ_j | -\phi$ і $J(\phi) \subseteq J(W(i, j))$, то ϕ додається до BZ_i . Відбувається рух процесу логічного виводу від термінальних вершин T_{IK_i} в порядку зменшення відстані $dist(i, j)$ до вершини дерева T_{IK_i} з додаванням у простір пошуку формул ϕ .

Отже, розроблено методику пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці, яка відрізняється від існуючих перевіркою протиріч інформації в базі знань за принципом поділу цільових функцій, забезпечує можливість виведення складних цільових формул і дозволяє враховувати ієрархічний характер структури інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості та загальну архітектуру бази знань.

На основі розробленої методики пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці здійснено оцінку застосування ІКС на прикладі роботи керівника енергетичного господарства підприємства харчової промисловості.

Оцінку ефективності роботи інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості розглянуто на прикладі аналізу алгоритму діяльності керівника енергетичного господарства стосовно задачі вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці [14]. Суть задачі полягає у виборі оптимального комплексу засобів для підвищення рівня безпеки праці. Для цього задачу було розбито на елементарні операції (всього 12 операцій) й логічні умови (3 умови). Кількісні характеристики (число виявлених порушень з охорони праці за рік, число травмувань працівників за рік, число днів з лікарняними листами за рік, час елементарної операції, дисперсію часу елементарної операції та ймовірність безпомилкового виконання) взято із статистичних даних [1].

На графіку (рис. 4) наведено середній час на прийняття рішень керівником енергетичного господарства з урахуванням цілодобового характеру діяльності забезпечуючого персоналу. Як видно з графіків, використання інтелектуальних ІКС створює суттєву перевагу при вирішенні завдань вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці, проте за рахунок того, що середній час на виконання одного рішення в інтелектуалізованій системі є меншим, загальна кількість прийнятих рішень за тиждень збільшується.

Вирішуючи обернену задачу щодо визначення ймовірності прийняття безпомилкових рішень при фіксованому часі на вирішення завдань управління, також можна визначити ефективність і доцільність впровадження засобів інтелектуалізації ІКС. Так, відповідно до графіків (рис. 5), підвищення ефективності у випадку використання тих же самих початкових даних становитиме 12—18%.

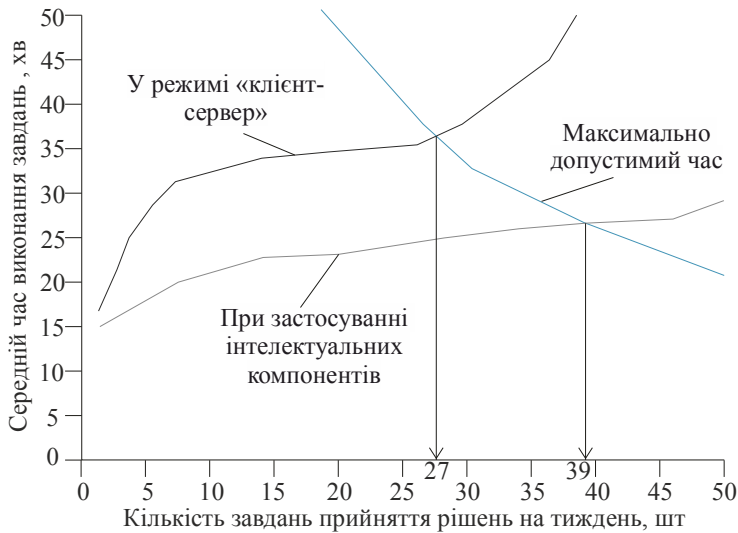


Рис. 4. Залежність середнього часу на прийняття рішення від кількості завдань прийняття рішень на тиждень

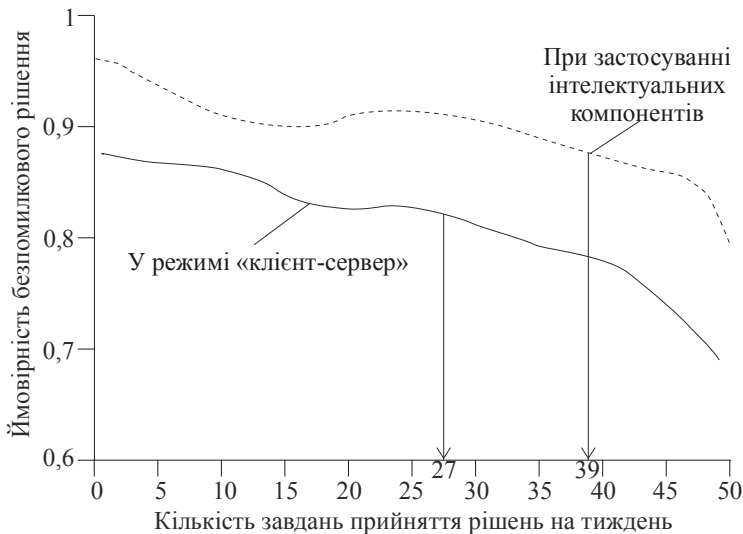


Рис. 5. Залежність середнього часу на прийняття рішення від кількості завдань прийняття рішень на тиждень

Висновки

Завдання підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості найбільш доцільно вирішити шляхом використання мультиагентних технологій в інформаційно-керуючих системах сучасних енергетичних господарств підприємств харчової промисловості, що дозволить керівнику енергетичного господарства ефективно використовувати різні сукупності заходів в рамках загальної множини нормативно-правових документів для підвищення рівня безпеки праці, крім того, скорочується час на вирішення завдань управління рівнем безпеки праці у змінному інфор-

маційному середовищі, особливо у період пікових навантажень у роботі енергетичного господарства підприємств харчової промисловості.

Запропонована модель інформаційного об'єкта інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості, заснована на додатковій множині функцій, що описують вимоги законодавчо-нормативних документів з охорони праці. Дана модель забезпечує можливість трансформації об'єкта у процесі функціонування, а також зв'язок програмних об'єктів з інтелектуальними агентами.

Удосконалена модель інтелектуального агента в структурі інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості відрізняється від існуючих інформаційною моделлю виробничого середовища, що описується параметрами шкідливих та небезпечних факторів і використанням субмоделі поведінки й прийняття рішення посадовими особами. Дана модель дозволяє враховувати динаміку зміни вектора стану безпеки праці та зміну вектора нормативно-правової бази щодо безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості.

Розроблена методика пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці, яка відрізняється від існуючих перевіркою протиріч інформації в базі знань за принципом поділу цільових функцій, забезпечує можливість виведення складних цільових формул і дозволяє враховувати ієрархічний характер структури інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості та загальну архітектуру бази знань.

Перспективними шляхами подальших досліджень у зазначеному напрямку може бути широке коло питань щодо розробки нових та удосконалення існуючих методик підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості на основі використання мульти-агентних технологій.

Література

1. *Євтушенко О.В.* Статистичні аспекти виробничого травматизму в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, 7 квітня 2016 року. — Харків: ХДУХТ, 2016. — Ч. 1. — С. 288.
2. *Сірик А.О.* Використання сучасних інформаційних технологій для підвищення безпеки праці на підприємствах харчової промисловості / А.О. Сірик, Д.В. Слободян // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: Матеріали 82-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13—14 квітня 2016 року. — Київ, — 2016. — Ч.2 — С. 361.
3. *Evtushenko O.* Improvement the system of safety management in the food industry enterprises / O. Evtushenko, A. Siryc // Научные труды SWorld. — Иваново, 2015. — Вып. 3 (40), том 3. — С. 67—76.
4. *Evtushenko O.* Analysis of indicators of workplace occupational injuries at the food industry enterprises of Ukraine / O. Evtushenko, A. Siryc, P. Porodko, T. Krukouskaya // Ukrainian Food Journal. — 2015. — Vol. 4, Issue 1. — P. 157—169.
5. *Євтушенко О.В.* Динаміка виробничого травматизму в харчовій галузі України / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування

людства у XXI столітті: матеріали 81 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23 — 24 квітня 2015 року. — Київ: НУХТ, 2015. — Ч. 2. — С. 367.

6. *Євтушенко О.В.* Побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Том. 22, № 5. — С. 121—127.

7. *Євтушенко О.В.* Комплекс засобів автоматизації управління охороною праці для підприємств харчової промисловості / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Том. 21, № 2. — С. 122—131.

8. *Машков О.А.* Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / Л.М. Артюшин, О.А. Машков. — Киев: КВВАИУ, 1991. — 89 с.

9. *Барабаш О.В.* Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаш. — Киев: НАОУ, 2004. — 226 с.

10. *Глибовець А.М.* Програмні агенти / А.М. Глибовець, М.М. Глибовець, С.С. Городовський, М.О. Сидоренко. — Київ: НаУКМА, 2013, — 204 с.

11. *Барабаш О.В.* Модель бази знань інтелектуальної системи управління високошвидкісного рухомого об'єкта на основі її верифікації / О.В. Барабаш, Д.М. Обідін, А.П. Мусяченко // Системи обробки інформації. — Харків: ХУПС, 2014. — № 5 (121). — С. 3—6.

12. *Райков А.Н.* Интеллектуальные информационные технологии / А.Н. Райков. — Москва: МИРЭА, — 2000. — 94 с.

13. *Валиев М.К.* Вероятностные мультиагентные системы: семантика и верификация / М.К. Валиев, М.И. Дехтярь // Вестник Тверского государственного университета, серия «Прикладная математика». — 2008. — № 35(95). — С. 9—22.

14. *Сірик А.О.* Методика оцінки ефективності організаційно-технічних заходів забезпечення заданого рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств / А.О. Сірик, О.В. Євтушенко, О.В. Барабаш // Системи обробки інформації. — 2016. — № 8. — С. 191—193.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.О. Сирьк, О.В. Евтушенко

Национальный университет пищевых технологий

В статье решена актуальная научная задача по разработке моделей и методов повышения уровня безопасности труда в энергетическом хозяйстве предприятий пищевой промышленности на основе использования мультиагентных технологий. Научные результаты исследований являются вкладом в развитие теоретических и прикладных основ разработки методик, систем управления и контроля за безопасностью работ и состоянием охраны труда, в том числе с применением информационных систем для поддержки и принятия решений по охране труда, и могут быть использованы при совершенствовании проектов управленческих решений по обеспечению безопасных условий труда работников энергетического хозяйства предприятий пищевой промышленности.

Ключевые слова: *безопасность труда, охрана труда, интеллектуальный агент, энергетическое хозяйство, информационно-управляющая система, мультиагентная технология, пищевая промышленность.*

FUNDAMENTALS OF SELECTION PROCESS OF THE EQUIPMENT FOR FOOD PRODUCTION PACKAGING LINES

L. Kryvoplias-Volodina, O. Gavva, A. Derenivska

National University of Food Technologies

Key words:

*Diagnostic criteria
Synthesis
Packaging equipment
OEE (Overall Equipment
Effectiveness)*

Article history:

Received 05.09.2016
Received in revised form
24.09.2016
Accepted 12.10.2016

Corresponding author:

L. Kryvoplias-Volodina
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The priority tasks of scientific and technical nature, the solution of which creates the conditions for improving the operation of packing equipment, include the introduction of modern hardware, software, methods and algorithms for parametric control and diagnostics of the equipment, as well as the implementation of tools and methods for the control of technological parameters in real time operation. OEE criterion (Overall Equipment Effectiveness) allows detecting losses and reasons for inefficiency. As a result, both breakdown stoppages and losses due to inefficient operation of the equipment, slow performance or pending delivery are identified. Therefore, OEE enables to evaluate the effect of current performance of a particular piece of equipment on the efficiency of the whole production. The resulting values of the parameters of operation reliability are compared with the corresponding values of previous periods. This approach provides means for assessing the equipment reliability.

ОСНОВИ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В ПАКУВАЛЬНИХ ЛІНІЯХ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Л.О. Кривопляс-Володіна, О.М. Гавва, А.В. Деренівська

Національний університет харчових технологій

До пріоритетних завдань науково-технічного характеру, вирішення яких створює умови удосконалення процесу експлуатації пакувального обладнання, відносяться: впровадження сучасних апаратних засобів, методів і програмно-алгоритмічного забезпечення параметричного контролю й діагностування обладнання, впровадження засобів і методів контролю технологічних параметрів в умовах реального часу. Критерій ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) дає змогу виявити втрати і причини неефективності роботи. В результаті виявляються не тільки прості через поломки, але й втрати через неефективну роботу обладнання, зниження продуктивності або очікування надходження матеріалів. У кінцевому підсумку ОЕЕ надає можливість простежити, як впливають значення поточної продуктивності окремої одиниці обладнання на ефективність роботи цілого виробництва. Отримані в результаті обробки значення параметрів надійності в процесі експлуатації

порівнюються з відповідними значеннями показників за попередні періоди. Такий підхід дає змогу проводити оцінку якості рівня надійності обладнання.

Ключові слова: *критерій діагностування, синтез, пакувальне обладнання, ОЕЕ (загальна ефективність обладнання).*

Introduction. Among the important tasks of enhancing the operation of packing equipment is improving the system of collection, processing and analysis of information about the technical condition and reliability of technical systems.

Timely detection of points of origin of degradation processes that determine the timing of the transition in the limit state made for every type of functional modules of the technological line is to control the level of reliability engineering on the stage of its layout and operation.

Problem Statement. A common disadvantage of software simulations is that they are given for the use of common methods of single and multicriteria optimization, each having its own limitation on the use, accuracy and speed of getting results. This prevents a comprehensive, unified position, to assess the quality of the future equipment in various stages of design and at the same time optimize its structure and settings. The structure of the play is the technological line (PTL), which can be presented on the basis of two phases of assessment: structural and parametric synthesis (Figure 1). The concept of “optimal solution” is the best in the given sense of the solution of the problem that allowed conditions. And nothing is more complex, as to prove that this solution is really optimal. Especially difficult it is to talk about optimality of PTL packaging of food products. Mostly the same technical problem can be solved in multiple ways, which differ not only in external features, diagrams and designs, but also in physical principles, bricked in its base. Therefore, a “competitive alternatives” of PTL packing foodstuff or its individual parts are developed. As a result, each of the choices of food packaging PTL has its advantages and disadvantages. There is a new kind of problem: which of the available alternatives to choose for further improvement. Process for the synthesis of PTL packing food is mainly divided into three main stages: structural (functional) synthesis, associated with the definition of the principles of system functioning, developing its structural diagrams (list elements and methods of communication between them) in accordance with the requirements of the technical specifications (TS); parametric (design) synthesis, which covers the question of choice of spatial layout design, definition of numeric values of design parameters within the chosen structure, taking into account the conditions of capacity and requirements to source parameters; technology synthesis, associated with the solution problems of the construction of technological processes of the final product manufacturing.

In order to assess the reliability of the play the technological systems of packaging lines used by established standards of performance are given in Table 1. From Table 1 we see that their reliability (for example, maintainability) characterizes only one of the properties of a technical object line, while comprehensive indicators characterize several properties, and in the future they will be used as a key to assess the effectiveness of such complex objects like line

and its functional modules. These indicators include the coefficient of operational readiness and maintenance and the coefficient of preserving the efficiency [1]. Coefficient of readiness $K_r(t)$ is taken to determine how probable is that the object will be in working condition at any point in time, in addition to the scheduled periods, during which the application object for other purposes is not envisaged [2].

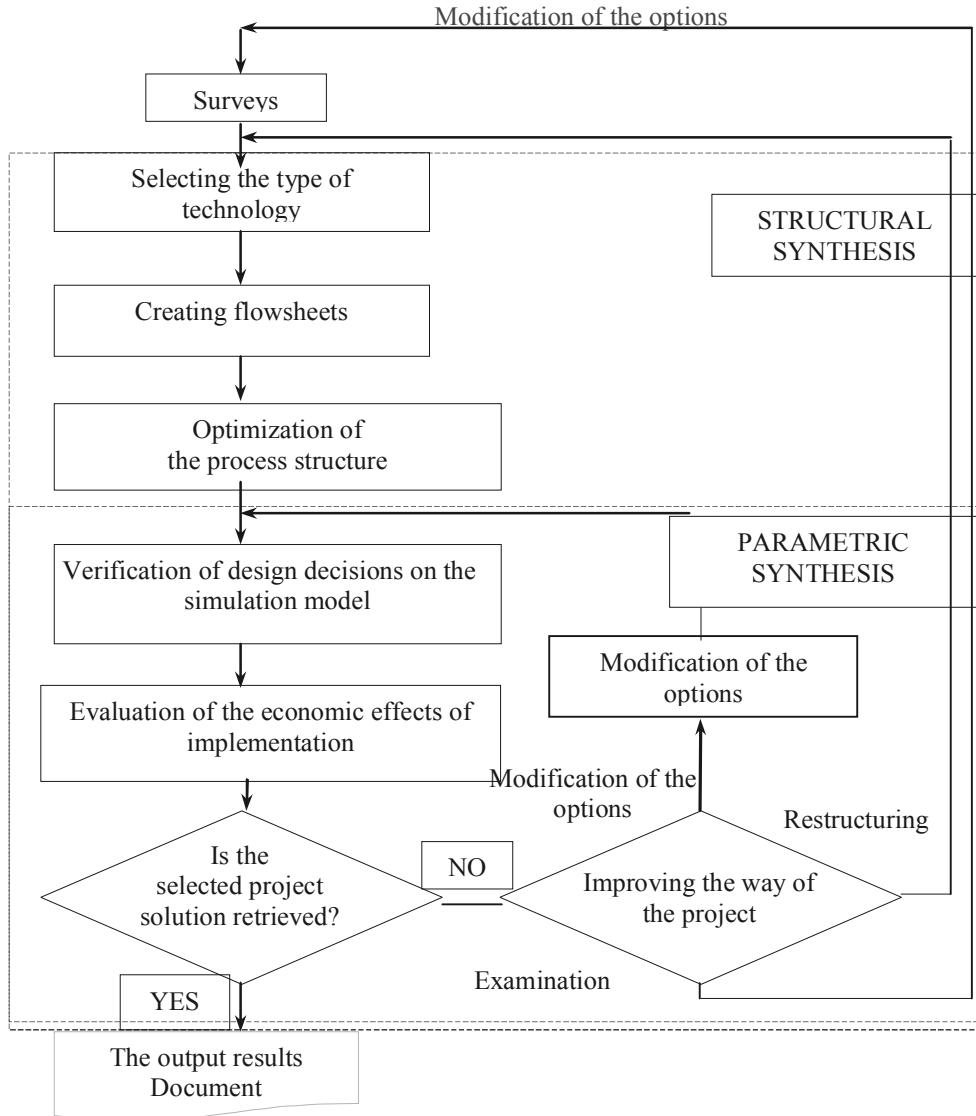


Fig. 1. Block diagram of the process of computer-aided design

Reliance $K_r(t)$ from time to time is often referred to as the transient coefficient of readiness (the function of readiness). An expression for the unsteady coefficient of readiness in the analytic form is quite difficult to be obtained and generally it has the form [2]:

Table 1. The main indicators of reliability

Property	Indicator 2	Marking 3
<i>The main indicators of reliability</i>		
Infallibility	Reliabilities	$P(t)$
	Failure	$\lambda(t)$
	Failure flow parameter	$z(t)$
	Mean time to failure	T_1
	Mean time between failures	T_0
Durability	Average yield	T_n
	Operating resource (average lifetime)	T_e
	Gamma-percent life time	$T_{\gamma e\%}$
Maintainability	The probability of recovery	P_g
	The probability of recovery	$\mu(t)$
	Intensity recovery	T_B
	The average duration of recovery	T_3
Preservation	Medium term safety	$T_{\gamma 3\%}$
Preservation	Gamma-term interest safety	
<i>Complex</i>		
Faultlessness and maintainability	The availability index	K_r
	Coefficient of operational readiness	K_{0r}
	Coefficient of technical use	K_{TB}

$$K_r(t) = P(t) + \int_0^t P(t - \tau)\omega_g(\tau)dt, \tag{1}$$

where $\omega_g(\tau)$ is an option of stream restorations.

Along with this, for any distribution of an operating time between failures and recovery time can prove that a stationary coefficient of readiness is:

$$K_r = \frac{M(T_0)}{M(T_0) + M(T_B)}, \tag{2}$$

where $M(T_0)$ — expectation of time finding PTL in employers capable state; $M(T_B)$ — expectation of PTL cooldown. Along with $K_r(t)$ injected coefficient of operational $K_r(t)$, t is probable that the object will be in working condition in a random amount of time, in addition to the scheduled periods, during which the application object for other purposes is not envisaged, and from this point it will work flawlessly during the set time interval

$$K_r(t, t + \tau) = P(t + \tau) + \int_0^t P(t + \tau - x)\omega_g(x)dt, \tag{3}$$

For the study of the impact of implemented methods and modes of maintenance and repair of the efficiency of the process of technical operation is used another comprehensive reliability — the coefficient of the technical use K_{TB} , which is equal to the relation of mathematical expectations (ME) time of an entity in working condition for a period of operation $M(T_0)$ to sum ME time entity is in

working condition and the total time of downtime on all types of maintenance and repair work:

$$K_{TB} = \frac{M(T_0)}{M(T_0) + M(T_{np})}, \quad (4)$$

where $M(T_{np})$ is the amount of mathematical expectations of downtime on the periodical, routine, seasonal work, during work, repairs, troubleshooting, etc. In practice, in the course of operation of the packaging lines for assessment of reliability are used, as a rule, indicators of the intensity of the bounce, the stream of rejections, the average operating time of average denial of a waiver.

In the technical literature [3—5] the approach for evaluating the reliability of technical articles (the intensity of the bounce, the stream of rejections) is generally considered as a function of the operating time with the different laws of the distribution of time between failures. Methods of statistical evaluation of indicators for different test plans (observations) for reliability are embodied in State standards of Ukraine. But, as noted, the real conditions of operation of the equipment do not match any plan established by the standard. Some authors indicate that the physical wear of functional modules of technological lines occurs both during their usage for other purposes (the wear of the 1st kind) and during downtime store (the wear of the 2nd kind) [3,4]. The analysis of the literature shows the lack of clearly justified recommendations for taking account of the impact on the value of statistical estimation of reliability index of the functional module in the packaging line and taking into account the end of technological indicators. For evaluating the level of the reliability of the renewable entities the characteristics of the stream flow bounce is used: bounce \hat{z} or the operating time to refusal \hat{T}_0 :

$$\hat{z} = \frac{n}{t_\Sigma}, \quad \hat{T}_0 = \frac{t_\Sigma}{n}, \quad (5)$$

where n — is the total number of failures and damages that were detected by the test period of operation τ aggregate of products; t_Σ — is the total operating time of the totality of the similar products in the same period of time τ .

It was assumed that the product affects the two independent streams of bounce. The first stream of failures is associated with operating time, the second – with calendar time of its operation. Both streams are easier with the relevant intensities z_1 and z_2 . This product is an object with variable mode of operation. Taking into account the following assumptions in some literature one can find the following limit value [2] from whence we get:

$$z_1 + \frac{z_2}{K_I} = z = \frac{1}{T_0}, \quad (6)$$

$$\frac{K_I}{z_1 K_I + z_2} = T_0, \quad (7)$$

$$K_I = \frac{T_e - T_{TO} - T_{rec} - T_{stand}}{T_e} \approx \frac{t}{T_e} \quad (8)$$

where: T_e — the calendar of product operation for the period (year, half year); T_{TO} — average time, then the product during the same period; T_{rec} — average time of recovery of the product during the period; T_{stand} — average idle time of products during the period without use, hours; t — the average operating time of the product during the period.

For its content K_I is similar to the rate of the planned application of the K_{II3} , but the last account operating time that is planned, and ignores the idle time without applying for the purpose. Using the expression (8) you can perform quality and quantify the impact of the intensity of the exploitation of the product K_I to rate its reliability (reliability) T_0 . High quality (8) shows that with increasing intensity of operation of the totality of the products K_I increases the numerator and the denominator the product of $(z \cdot K_I)$, but in the relationship so that the $z_1 < 1$, the numerator is growing faster, so the assessment T_0 also increases:

$$K_I \uparrow \Rightarrow \frac{K_I \uparrow \uparrow}{(z_1 K_I) \uparrow + z_2} \Rightarrow T_0 \uparrow \quad (9)$$

On the contrary, with a decrease in the intensity of the exploitation of the totality of the products $K_I \downarrow$ evaluation average operating time to failure and damage to the T_0 is decreasing too.

$$K_I \downarrow \Rightarrow \frac{K_I \downarrow \downarrow}{(z_1 K_I) \downarrow + z_2} \Rightarrow T_0 \downarrow \quad (10)$$

Thus, statistical reliability varies depending on the intensity of the operation, although the actual level of credibility in this case remains the same.

Consider the extreme cases. Obviously, with enough high intensity happening quick exhaustion of resource products for operating time, there are no lengthy downtime without the use for other purposes, so the intensity of flow failures, aging-related materials $z_2 \rightarrow 0$. In this case:

$$T_0 = \frac{1}{z_1}, \quad (11)$$

that between periodic score allows enough to accurately assess the real level of reliability and does not depend on changes in the intensity of use. In this case there have been long-term downtime without the use for other purposes is an intensive ageing materials design on stage, when achieved by completion of resource calendar terms of service when a significant balance of resource operating time. In the limiting case when the observed high values of z_2 at $z_1 \rightarrow 0$, the expression (8) view:

$$T_0 = \frac{K_I}{z_2}, \quad (12)$$

that indicates a directly proportional dependency evaluation indicator (7) depends on the intensity of use.

Consider the approach which criterion of OEE (Overall Equipment Effectiveness) is best suited for packing equipment-approach to the surveillance and management of material, information flows. It was introduced in the late sixties of the last century Japanese Nakajima (Seiichi Nakajima), but started to be used outside of Japan only in the late eighties. The essence of the approach is an analysis of the traits that characterize different aspects of equipment, which include simple, reducing speed and loss of quality. The structure contained method of analysis which is consistent immersion into the problem area, whether it be a not optimal organization of work equipment, low performance or lack of products. As a result of the analysis turns out to be the cause of reduced effectiveness, on which it is necessary to focus attention. The criterion of OEE allows you to detect loss and causes of the inefficiency of the work. As a result are not only simple because of the damage, but the loss due to ineffective work equipment, decreased performance or expectation of receipt of materials. Eventually OEE allows you to trace how the influence of the current performance of the individual piece of equipment on the efficiency of the entire production.

The availability of reliable measurement results the performance of funds allows you to make informed decisions about investments that provide a rapid return on investment. Based on OEE concludes, is it possible to improve productivity on existing equipment or its capacity is almost exhausted and to increase productivity, it is necessary to install new functional modules or new equipment. For the analysis of the effectiveness of the equipment developed system of KPI (Key Performance Indicators key performance indicators). But before you start them consider necessary to agree on terminology. As already mentioned, the OEE is an approach to monitoring the work of the equipment. At the same time very often under the OEE is understood as its own coefficient, which characterizes the work of the equipment. To avoid confusion in the future will talk OEE, when talking about the approach, and the “criterion of the OEE” in the second case. In fact, the criterion of the OEE is the ratio of fully productive time (perfect time) before the scheduled time of the work. Taking into account the loss of productivity and quality of this coefficient can be calculated by the formula 1.

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Total Available Time} - \text{Scheduled Downtime}},$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{(\text{Total Production} / \text{Production Time})}{\text{Ideal Run Rate}},$$

$$\text{Rate the quality} = \frac{(\text{Total Production} - \text{Total Scrap})}{\text{Total Production}}.$$

Easy to see that substituting the values of the factors in the formula 1 and taking shortcuts, you can get that figure equals the OEE regards the amount of high-quality products to the planned time times the perfect speed. Thus, it can also be defined as the ratio of the volume of high-quality products to the ideal amount that could be made if the equipment work during scheduled time at maximum (ideal) [6].

Table 2.

	Machine	Scrap 1	Scrap 2	Total Production	Total Available Time	Scheduled Downtime	Unscheduled Downtime	Operating Time	Ideal Run Rate	Availability Rate, %	Performance Rate, %	Rate the quality, %;	OEE, %
1	Pastpack P	1	3	2000	2000	20	78	1902	1.25	96.1	84.1	99.8	80.6
2	“Pastpack P Servo”	2	5	2400	3000	20	80	2900	1.1	97.3	75.2	99.7	73.0
3	Pastpack P2	3	4	1800	3500	20	78	3402	1	97.8	52.9	99.6	51.5
4	“Pastpack P2 Servo”	4	2	2100	3700	20	80	3600	1.1	97.8	53.0	99.7	51.7
5	Pastpack P2 (2)	5	3	3600	3800	20	78	3702	1	97.9	97.2	99.8	95.0

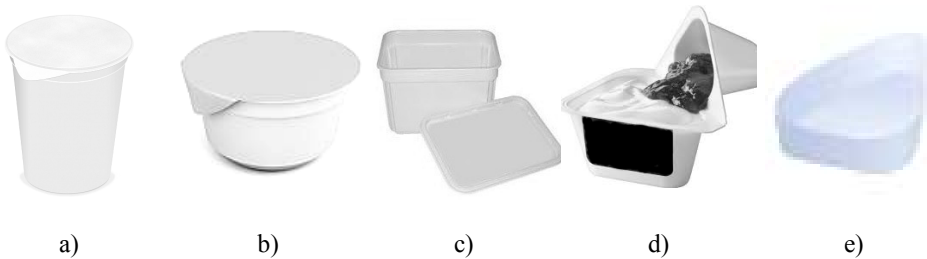


Fig. 2. Packaging machine that to realize these package type: a) Pastpack P; b) “Pastpack P Servo”; c) Pastpack P2; d) “Pastpack P2 Servo”; e) Pastpack P2 (2)

The fact that the observation of the value of the OEE is a kind of starting point. Discover the OAE is different from the target (for example, it fell in comparison with the previous period), you can see what impact this fall. Analyzing the value of each of the three factors and comparing them, for example, the values for previous periods, we gradually localize the cause of the loss of efficiency. If the problem lies in quality or reduce the speed of the equipment, then this is a signal for the relevant services. If the problem lies in the area of accessibility, it is possible to make a more in-depth analysis of the reasons that we consider a bit later, when we talk of control equipment. According to research [1] best world manufacturers reach the level of the production process with the OEE is above 85%. The value of basic indicators in the case of the achievement of the value given in table 1. These data are vital for continuous production. For discrete industries similar to OEE metric is equal to 80% [2].

The results are shown in figure in spreadsheet format, developed by its own algorithm. The results of the offer the opportunity to track the effectiveness of a particular machine in a line or functional module by OEE. And upgrades, or replacement of the most challenging management PTAS for improvement of equipment.

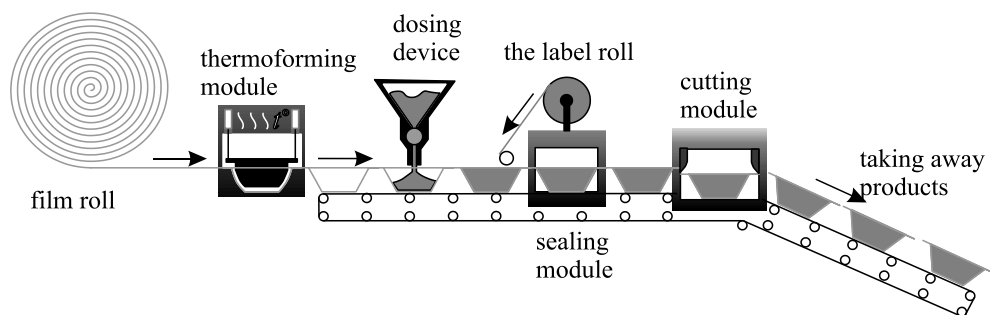


Fig. 3. Diagram of the process line of packaging on the basis of functional modules

Note that for many companies the value of quality score exceeds the specified in table 1. However, in accordance with the mentioned research the average indicator of OEE for producers not to exceed 60%. This fact points to a potential optimization of production in the field of performance and availability. We developed a spreadsheet instructions OEE calculator spreadsheet, which simplifies the task to calculate individual and combined figures of OEE to study PTS to ten machines. The example given below on Fig. 4, obtained by an open information for equipment: automatic thermo — forming a weighing-and-packaging line TAURUS—full cycle of wrapping and packaging of any products, starting with the blowing of plastic container or beaker polymer film, filling out their product (commodity) using the dispenser, coversealing material with printed label and the cutting sealed cups or containers filled with product (commodity) into separate containers.

Table 3. Specification filling and packaging machines series “Pastpack P” and “L Pastpack”

	Pastpack P	“Pastpack P Servo”	Pastpack P2	“Pastpack P2 Servo”	Pastpack P2 (2)
1	2	3	4	5	6
Specifications					
Performance (Pkg. / Min.), max. *	33	40	30	35	60
Performance (Pkg. / H) max *	2000	2400	1800	2100	3600
The diameter of the round container (mm) max	101	130	130	190	95
The dimensions of the rectangular container (mm) max.	126x90	142x92	192x42	192x42	95x78
Height of container (mm) max.	120 (200)	120 (200)	120 (200)	120 (200)	120 (200)
The drive of the transport system	Electro-mechanics	Servo	Electro-mechanics	Servo	Electro-mechanics
connection	220 V, 1 phase, 50 Hz	220 V, 1 phase, 50 Hz	220 V, 1 phase, 50 Hz	220 V, 1 phase, 50 Hz	220 V, 1 phase, 50 Hz
Installed power, kW	2,2	3,5	2,2	3,5	2,2
The pressure in the pneumatic system, MPa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Continuation of table 3.

1	2	3	4	5	6
Compressed air consumption, NI / min	350	450	350	450	500
*Machine dimensions, not more than					
Length (mm)	910	1025	1600	1600	1600
Width (mm)	880	940	1480	1480	1480
Height (mm)	1980	1980	1980	1980	1980
Weight, (kg)	400	400	650	700	500

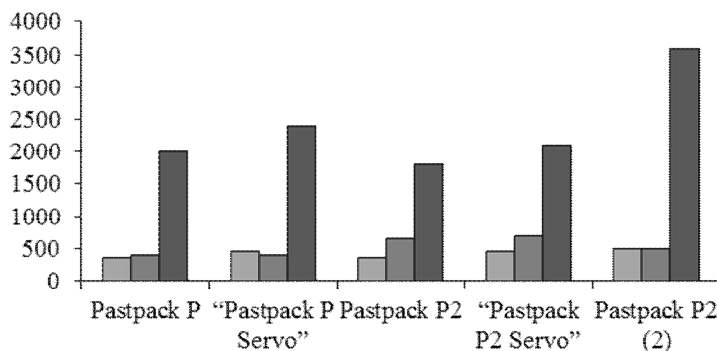


Fig. 4. Diagram specification filling and packaging machines series "Pastpack P"

Conclusions

Obtained as a result of processing the values of parameters of reliability during operation, as a rule, are compared with the corresponding values of the indicators for previous periods. This approach allows to carry out a quality assessment of the level of reliability in relation to previous periods. In this case, as stated above, do not take into account the impact on the statistical evaluation of the indicator of intensity of exploitation. Statistics of failure and faults are received in the unstable conditions of supervision, which greatly affects the accuracy and reliability of the evaluation. One of the specific objectives of the study is to improve the methodology of statistical reliability monitoring units ship equipment taking into account the impact of the intensity of operation and unstable conditions.

References

1. Swic A. Elements of design of production systems — methodology of machine tool selection in casing-class FMS. Management and Production Engineering / A. Swic, A. Gola. — Review. — 2010. — Vol. 1, # 2. — P. 78—80.
2. Попеско И. «Точно вовремя» для рабочих / Инга Попеско. — Институт комплексных стратегических исследований, 2007. — Серия: Производство без потерь. — 112 с.
3. Using OEE for packaging line improvement. — Access mode: http://mgsmachine.com/-Marketing_files/ISPE_OEE_Pkg_Line_Impro.pdf.
4. Кривопляс-Володіна Л.О. Наукове обґрунтування визначення раціональних параметрів перевантажувальних пристроїв потоково-транспортних систем харчових виробництв: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Л.О. Кривопляс-Володіна; Національний університет харчових технологій. — Київ, 2006. — 20 с.

5. Кривопляс-Володіна Л.О. Наукове обґрунтування визначення раціональних параметрів перевантажувальних пристроїв потоково-транспортних систем харчових виробництв: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Л.О. Кривопляс-Володіна; Національний університет харчових технологій. — Київ, 2007. — 280 с.

6. Packaging Machines Pastpack [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.taurasfenix.com/en/manufacture/by-type-auto/for-plastic-containers/>.

ОСНОВЫ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УПАКОВОЧНЫХ ЛИНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Л.О. Кривопляс-Володіна, А.Н. Гавва, А.В. Дереновская
Национальный университет пищевых технологий

К приоритетным задачам научно-технического характера, решение которых создает условия для совершенствования процесса эксплуатации упаковочного оборудования, относится внедрение современных аппаратных средств, методов и программно-алгоритмического обеспечения параметрического контроля и диагностирования оборудования, а также внедрение средств и методов контроля технологических параметров в условиях реального времени. Критерий ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) позволяет выявить потери и причины неэффективности работы. В результате определяется не только простой из-за поломок, но и потери из-за неэффективной работы оборудования, снижения производительности или ожидания поступления материалов. В конечном итоге ОЕЕ позволяет проследить, как влияют значения текущей производительности отдельной единицы оборудования на эффективность работы целого производства. Полученные в результате обработки значения параметров надежности в процессе эксплуатации сравниваются с соответствующими значениями показателей за предыдущие периоды. Такой подход позволяет проводить оценку качества уровня надежности оборудования.

Ключевые слова: критерий диагностики, синтез, упаковочное оборудование, ОЕЕ (общая эффективность оборудования).

УДК 631.365: 633.1: 631.536.24

RATIONALIZING THE SCHEME OF VIBRO-OZONIZING DRYER FOR POSTHARVEST GRAIN PROCESSING

I. Palamarchuk, O. Tsurkan, D. Prisyazhnyuk, Y. Poljevoda
Vinnitsia National Agrarian University

Key words:

*Drying
Postharvest processing
Ozone-air mixture
Mechanical vibrations
Vibro-ozonizing dryer*

Article history:

Received 01.09.2016
Received in revised form
19.09.2016
Accepted 08.10.2016

Corresponding author:

O. Tsurkan
E-mail:
tsurkan_ov@mail.ru

ABSTRACT

The existing ways to remove the abundant moisture from grain are reviewed and their analysis is conducted in this article. The necessity of complex use of intensifying factors and driving forces for moisture removal is substantiated. The methods of applying ozonized air and mechanical vibrations are used for this purpose. The developed scheme of a dryer that will ensure the realization of the set goals.

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВІБРООЗОНУЮЧОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

І.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, Ю.А. Полсвода
Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено існуючі способи видалення зайвої вологи із зерна та проведено їх аналіз. Обґрунтовано необхідність комплексного використання інтенсифікуючих і рушійних факторів для видалення вологи, зокрема застосування озонованого повітря й механічних коливань. Представлено схему розробленої сушарки, яка забезпечить реалізацію поставлених завдань.

Ключові слова: *сушіння, післязбиральна обробка, озоноповітряна суміш, механічні коливання, віброозонуюча сушарка.*

Постановка проблеми. Сушіння зернової сировини під час післязбиральної обробки є важливим технологічним процесом, метою якого є отримання матеріалу з нормативними властивостями. Для цього використовують два основні способи видалення зайвої вологи із зерна: у вигляді рідини і у вигляді пари. Найбільшого розповсюдження набув другий спосіб — тепловий. Енергія, необхідна для випаровування вологи, підводиться до зерна різними методами: конвекцією, кондукцією, терморадіацією, в електричному полі струмів високої частоти тощо.

Найбільшого застосування в технології зерносушіння отримало сушіння при конвективному теплопідведенні. У цьому випадку енергія, необхідна для випаровування вологи, підводиться до зерна у вигляді нагрітого газу — повітря або суміші повітря з продуктами згоряння палива [1]. Але поряд із своїми перевагами конвективний метод має і ряд недоліків, основним з яких є значна енергоємність процесу. В зв'язку з цим і надалі триває інтенсивний пошук методів зниження енерговитрат і підвищення продуктивності означеного процесу. Цю актуальну проблему можна вирішити шляхом створення конструкції сушарки, яка б надавала можливість реалізувати в сукупності інтенсифікуючі та рушійні фактори для видалення вологи із капілярно-пористих матеріалів, зокрема застосування фізичних (озоноване повітря) та вібраційних ефектів.

Використання вібраційної технології для сушіння зернової сировини значною мірою інтенсифікуватиме технологічний процес, а застосування озоноповітряної суміші як сушильного агента сприятиме не тільки зменшенню зараженості зерна грибами і бактеріями, а й пришвидшенню видалення зв'язаної вологи, яка знаходиться всередині кожної зернини. Такий підхід вимагає використання вібраційного обладнання й озонаторів, що призводить до додаткових вимог щодо безпеки виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У [2; 3] вказується, що концентрація озону в озоноповітряній суміші при сушінні зерна повинна підтримуватися у межах 2...40 мг/м³ залежно від початкової вологості і виду продукції. Авторами праць [3; 4] здійснена спроба обґрунтувати фізику інтенсифікації процесу сушіння за рахунок застосування озоноповітряної суміші. У [5] наведені переваги вібраційних сушарок порівню з традиційними і показані їх конструктивні особливості.

Метою статті є обґрунтування енергоефективної схеми сушарки для післязбиральної обробки зернової сировини з використанням механічних коливань і суміші повітря та озону як сушильного агента.

Виклад основних результатів дослідження. Сушіння зернової сировини за допомогою озоноповітряної суміші має ряд особливостей. У перший період сушіння частина озону вступає в окислювальні реакції на поверхні зерна з органічними і неорганічними речовинами, утворюючи при цьому вибухові леткі речовини й очищаючи поверхню матеріалу. В результаті цього опір потоку вологи зменшується. З іншого боку, частина поверхневої вологи витрачається на реакцію з утвореними озонідами [3].

При проходженні через зернову масу озон розкладається на O₂ і O, виділяючи теплоту, яка становить 142 кДж/моль. Атомарний кисень зв'язує вологу навколо себе у вигляді крапель, які виносяться потоком повітря. Після видалення поверхневої вологи озон може впливати на проникність клітинних мембран, наявність атомарного кисню сприяє руху вологи з клітин назовні. Наступний етап сушіння — відведення сорбційно-зв'язаної вологи. На цьому етапі велику роль відіграють теплота, що виділяється при розпаді озону, наявність атомарного кисню та іонів різної полярності. Електричні сили можуть сприяти ослабленню дипольних зв'язків молекул води із стінками поверхні. Все це істотно впливає на швидкість сушіння зерна [6].

У зерні та харчових продуктах волога перебуває у зв'язаному стані, тобто бере участь у процесах життєдіяльності. Форми зв'язку в них різноманітні, тому для їх руйнування потрібна велика кількість енергії.

При направленні озону на поверхню рослинного матеріалу виникають процеси, які швидко поширюються у внутрішніх тканинах. По суті, це зводиться до передачі енергії, яка вивільняється на молекулярних мішенях верхнього шару зернівки або харчового продукту, у внутрішні тканини і, звичайно, змінюється сумарний енергетичний потенціал. Причому частину надлишкової енергії беруть на себе фізико-хімічні перетворення, внаслідок яких змінюється структура клітинних мембран, окислювально-відновлювальний потенціал, іонна проникність та інші властивості клітини. Частина енергії перетворюється в тепло, що прискорює розвиток наступних процесів.

Взаємодія озону з рослинним матеріалом спричиняє в ньому зменшення енергетичного рівня зв'язків вологи, а також вносить свою частку в інтенсифікацію тепломасообміну. Встановлено, що масообмінні процеси прискорюються за рахунок того, що підвищується вологовіддача матеріалу на основі біохімічних, фізико-хімічних процесів і збільшується вологоутримувальна здатність сушильного агента.

Сушіння із використанням озоноповітряної суміші також запобігає розвитку мікрофлори на свіжозібраному зерновому матеріалі. Результативність дії озону на фітопатогенну мікрофлору, біохімічні процеси, агротехнічні показники та інші властивості залежить від обраного режиму обробки, а також від виду зерна. Концентрація озону 10 мг/м^3 і вище дозволяє зменшити інтенсивність дихання із самого початку процесу сушіння, чим перешкоджає розвитку процесу самозігрівання з подальшими позитивними ефектами: підвищенням збереження сухої речовини, настанням більш глибокого стану спокою при зберіганні.

Озоноповітряна суміш, яка використовується як сушильний агент, впливає на поверхневу мікрофлору не тільки завдяки зниженню вологості, але і завдяки знезаражувачій дії озону, яка обумовлена його концентрацією і температурним режимом сушіння. Використовуючи озонований сушильний агент з концентрацією озону $8\text{—}10 \text{ мг/м}^3$, можна досягти збереження і навіть покращення якісних показників матеріалу, що обробляється. При цьому кількісний показник фітопатогенної мікрофлори зменшується порівняно з тепловою обробкою у 2,2 рази. Також зменшується кількість пліснявих грибків і бактерій залежно від концентрації озону та початкової зараженості. Плісняві гриби при концентрації 10 мг/м^3 зникають на початку сушіння продуктів.

Слід зазначити, що при озоноповітряному сушінні продуктів некротичні зміни у рослинному матеріалі практично відсутні. Після закінчення сушіння вже через $3\text{—}18$ годин відновлюються клітинні мембрани і пошкоджений покривний шар. Продукція, яка оброблена при концентраціях до 40 мг/м^3 , не втрачає свою біологічну цінність. Вживання цієї продукції людиною не викликає в її організмі гістологічних і морфологічних змін.

Ефект вібраційного впливу та дії озону на зернову сировину при сушінні очевидний, тому необхідно створювати й впроваджувати у виробництво

сушарки, робота яких була б заснована на вищевказаних особливостях. У лабораторії кафедри процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені проф. П.С. Берника Вінницького національного аграрного університету розроблена віброозонуюча сушарка з перемішувачами лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу (рис. 1). Сушарка складається із сушильної камери 1 U-подібної форми з перфорованим днищем 26, яка встановлена на пружинах 2 і оснащена віброзбуджувачем 3 та газорозподільною решіткою, що виконана як пустотілий циліндр 4 з перфорованою боковою поверхнею, який розміщений по осі сушильної камери 1 і на якому розміщені чотири лопаті-перемішувачі 10—13 з еластичними скребками 14—17. При цьому перша і друга лопаті-перемішувачі 10, 11 зі скребками 14, 15 встановлені з можливістю рухомого контакту з поверхнею перфорованого днища 26 сушильної камери 1, а третя та четверта лопаті-перемішувачі 12, 13 зі скребками 16, 17 встановлені з можливістю рухомого контакту з перфорованою поверхнею пустотілого циліндра 4, який з однієї сторони з'єднаний із системою подачі-відбору сушильного агента 20. Крім того, лопаті-перемішувачі 10—13 з еластичними скребками 14—17 нерухомо з'єднані з корпусами 6, 7 підшипників 8, 9, які з'єднані з втулкою 21, що з'єднується з маятниковими механізмами 22 з маятниками 23 і 24, які розміщені зовні сушильної камери 1, які через пружини 25 з'єднуються між собою та камерою 1. Позицією 5 позначена зернова сировина, що піддається сушінню. Нижня частина сушильної камери встановлена всередині дифузора 27, який через пружне еластичне з'єднання 28 сполучений із системою подачі-відбору сушильного агента 20. Сушильна камера 1, що ущільнена пружними вставками 29, 30, у верхній частині має завантажувальний отвір 32, а на рівні днища розташований розвантажувальний лоток 33.

Віброозонуюча сушарка з перемішувачами лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу працює таким чином: від віброзбуджувача 3, що обертається з кутовою швидкістю ω_v , передаються кругові коливання в вертикальній площині U-подібній камері 1, в торцевих стінках якої встановлені підпружинені маятники 24. Гармонійні коливання, що генеруються приводом, кінематично збуджують крутильні коливання маятників 24. Власні частоти коливань маятників із вантажами необхідно вибрати приблизно рівними частоті коливань камери, але вони не повинні дорівнювати одна одній для створення їх протифазних коливань. Через пружини, які з'єднують маятники, крутильні коливання передаються від маятників 24 до маятників 23. Останні через зовнішні обойми механізмів вільного ходу з'єднані з втулкою 21, яка, у свою чергу, з'єднана з корпусами 6, 7 підшипників 8, 9, що нерухомо з'єднані з лопатями-перемішувачами. Крутильні коливання маятників 23 перетворюються в обертовий рух лопатів-перемішувачів 10—13. Завдяки пружним вставкам 29 між втулкою та камерою коливання камери на пустотілий циліндр не передаються, тому на механізми вільного ходу не впливають коливання і заклинювання роликів відбувається своєчасно. Варіюючи величинами мас вантажів m_1 і m_2 та жорсткостями пружин c_1 і c_2 у широких межах здійснюється регулювання величин крутного моменту і кутової швид-

кості обертання лопатів-перемішувачів. Крім того, через з'єднувальну пружину із жорсткістю c_2 не передається вібрація, а тільки пружні деформації.

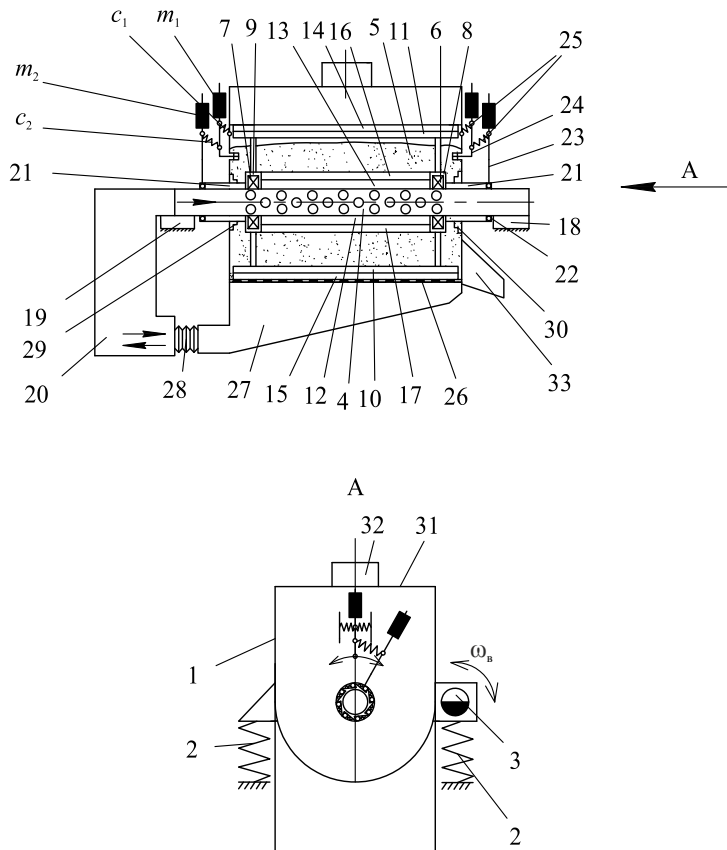


Рис. 1. Віброозонуюча сушарка з перемішувачими лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу: 1 — камера U-подібної форми; 2 — пружини; 3 — вібробудувач; 4 — газорозподільна решітка; 5 — зернова сировина; 6, 7 — корпуси підшипників; 8, 9 — підшипники; 10—13 — лопаті-перемішувачі; 14-17 — еластичні скребки; 18, 19 — опори; 20 — система подачі-відбору сушильного агента; 21 — втулка; 22 — маятникові механізми; 23, 24 — маятники; 25 — пружини; 26 — перфороване днище; 27 — дифузор; 28 — еластичне з'єднання; 29, 30 — пружні вставки; 32 — завантажувальний отвір; 33 — розвантажувальний лоток

Представлена схема сушарки надасть можливість забезпечити узгоджений вплив інтенсифікуючих і рушійних факторів не тільки на вільну, а й на зв'язану вологу, що знаходиться у зерні. Це призведе до зменшення енерговитрат, часу обробки та зараженості зернової сировини грибками і бактеріями за рахунок використання озоноповітряної суміші як сушильного агента, забезпечить рівномірну обробку зерна за рахунок постійного оновлення його поверхні завдяки механічним коливанням. Виконання привода перемішувачих лопатів у вигляді маятників з механізмами вільного ходу не потребуватиме використання енергії та додаткових приводних елементів для їх обертання.

Висновки

У час постійного здорожчання енергоносіїв і суворого дотримання вимог до якості сільськогосподарської продукції все гостріше постає питання зменшення витрат, строків і підвищення кондиційних властивостей зерна у період проведення його післязбиральної обробки. У запропонованій енерго-ефективній схемі віброозонуючої сушарки з перемішувачами лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу досягається рівномірність обробки зерна сушильним агентом, що забезпечує отримання продукції високої якості, а використання озоноповітряної суміші як сушильного агента інтенсифікує процес сушіння зернової сировини та знижує енерговитрати і тривалість його виконання. Оригінальним є привод перемішувачів лопатей, який не потребує використання електричної енергії і додаткових приводних механізмів.

Література

1. Данилов Д.Ю. Повышение эффективности сушки зерна: основные технологические приемы и направления / Д.Ю. Данилов, А.Ю. Рындин // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, Княгинино. — 2015. — № 8/51. — С. 26—29.
2. Обработка зерна с использованием озонатора // Комбикормовая промышленность. — 1997. — № 2. — 28 с.
3. Троцкая Т.П. Сушка зерна с помощью озонозвоздушной смеси / Т.П. Троцкая // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — 1985. — № 1. — С. 34—37.
4. Глущенко Н.Ф. Использование электроактивированного воздуха (ЭАВ) для сушки биологических объектов / Н.Ф. Глущенко, Н.А. Глущенко // Электронная обработка материалов. — 1987. — № 3. — С. 44—48.
5. Цуркан О.В. Особенности процесса и оборудования для сушки зернового сырья с использованием озона / О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, О.О. Герасимов, А.С. Коломиец // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. — 2016. — Vol. 18, # 4. — С. 37—44.
6. Ксенз Н.В. Повышение качества зерна на основе использования озонозвоздушных смесей / Н.В. Ксенз, К.Х. Попандопуло, И.Г. Сидорцов // Вестник аграрной науки Дона, Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, Зерноград. — 2009. — № 4. — С. 64—72.

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ВИБРООЗОНИРУЮЩЕЙ СУШКИ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

И.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, Ю.А. Полевода
Винницкий национальный аграрный университет

В статье описаны существующие способы удаления лишней влаги из зерна и проведен их анализ. Обоснована необходимость комплексного использования интенсифицирующих и движущих факторов для удаления влаги, в частности применение озонированного воздуха и механических колебаний. Представлена схема разработанной сушки, которая обеспечит реализацию поставленных задач.

Ключевые слова: *сушка, послеуборочная обработка, озонозвоздушная смесь, механические колебания, виброозонирующая сушка.*

REGRESSION EQUATIONS FOR DETERMINING DENSITY ρ OF INTERCRYSTALLINE SUCROSE SOLUTION AT SUGAR MASSECUIE BOILING

T. Pogorilyy

National University of Food Technologies

Key words:

Density
Intercrystalline sucrose solution
Regression equation

Article history:

Received 04.09.2016
Received in revised form 14.10.2016
Accepted 24.10.2016

Corresponding author:

T. Pogorilyy
E-mail:
pogorilyytm@ukr.net

ABSTRACT

The article describes the further stage of creating a mathematical model of mass crystallization of sucrose. When creating an algorithm for determining the distribution of heat and diffusion mass flows between the components of the cell system of “sucrose solution–sugar crystal–massecuite”, the regression equations of distributions were found for density ρ of intercrystalline sucrose solution throughout the sugar massecuite boiling time. In the equations, density ρ depends on the current temperature T of the solution and on dry solids DS content in it. Each of the developed regression equations is built on the basis of experimental data obtained by several authors using the method of Ordinary Least Squares.

РЕГРЕСІЙНІ РІВНЯННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ρ МІЖКРИСТАЛЬНОГО РОЗЧИНУ САХАРОЗИ ПРИ УВАРЮВАННІ ЦУКРОВОГО УТФЕЛЮ

Т.М. Погорілий

Національний університет харчових технологій

У статті реалізовано один із наступних етапів створення математичної моделі процесу масової кристалізації сахарози. При створенні алгоритму проведення розрахунків із визначення розподілу теплових і дифузійних масових потоків між складовими системи комірок «розчин сахарози–кристал цукру–утфель» було знайдено регресійні рівняння для густини ρ міжкристального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю. В отриманих рівняннях густина ρ залежить від поточної температури T розчину та вмісту сухих речовин CP у ньому. Кожне із знайдених регресійних рівнянь побудовано на основі обробки експериментальних даних, отриманих рядом авторів із застосуванням методу найменших квадратів.

Ключові слова: густина, міжкристальний розчин сахарози, регресійне рівняння.

Постановка проблеми. Усі регресійні рівняння, що наведені в даній статті, стосуються залежності густини ρ міжкристального розчину сахарози

при уварюванні цукрового утфелю. Дані для регресійних рівнянь були отримані рядом авторів і наведені в літературних джерелах [1, 2]. Отримані залежності для густини ρ є достатньо складними й такими, що залежать не лише від поточної температури, а й від технологічних показників міжкристального розчину сахарози: чистота $Ч$ і вміст сухих речовин $СР$, регресійні рівняння яких вже було знайдено [3]. Отримані рівняння також залежать і від відносного часу уварювання цукрового утфелю $\tau/\tau_{ц}$.

При створенні математичної моделі нестационарного процесу тепло- та масообміну в системі комірок «кристал–міжкристальний розчин сахарози–утфель» [4; 5] необхідно врахувати, що між складовими даної системи комірок спостерігаються значні перепади градієнта температур. Можна зробити висновок, що всі теплофізичні характеристики кожної складової системи (кристалу, міжкристального розчину сахарози й утфелю) матимуть явно виражений нестационарний характер, тому постала необхідність у визначенні аналітичних (регресійних) рівнянь для таких теплофізичних характеристик, як густина ρ , об'ємна теплоємність $c\cdot\rho$ і теплопровідність λ міжкристального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю. На першому етапі визначено регресійні рівняння для густини ρ міжкристального розчину сахарози протягом всього часу уварювання цукрового утфелю.

Мета дослідження: знайти регресійні рівняння для густини ρ міжкристального розчину сахарози при масовому уварюванні цукрового утфелю.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленої проблеми використані програмні продукти (CurveExpert), що базуються на методі найменших квадратів. Створення регресійних кривих здійснено на основі експериментальних даних ряду авторів, широко висвітлених у літературі [1; 2].

Пошук регресійних рівнянь для густини ρ міжкристального розчину сахарози проводився на всьому інтервалі уварювання цукрового утфелю $0 \leq \tau/\tau_{ц} \leq 1$. Критерієм адекватності знайдених регресійних рівнянь слугували коефіцієнт кореляції r , ($0 \leq r \leq 1$), який повинен якомога більше прагнути до одиниці, $r \rightarrow 1$, та середньо квадратичне відхилення s , яке повинно якомога більше прагнути до нуля $s \rightarrow 0$.

Результати і обговорення. Наведемо отримані регресійні рівняння для визначення густини ρ міжкристального розчину сахарози.

Було розглянуто два різних випадки залежності густини ρ від вмісту сухих речовин $СР$ міжкристального розчину сахарози:

I) більш «широкий» інтервал, де величина вмісту сухих речовин $СР$ змінювалась в межах $СР \in [60..90]$, %;

II) більш «вузький», де величина $СР$ змінювалась в межах $СР \in [75..82]$, %. Такий вибір обумовлений тим, що подальший розрахунок процесу тепло- та масообміну між складовими вищезгаданої системи комірок розглядається в різні моменти відносного часу уварювання $\tau/\tau_{ц}$. Відповідно до кожного відносного моменту часу $\tau/\tau_{ц}$ уварювання цукрового утфелю будуть визначатись відповідні значення вмісту сухих речовин $СР$ у міжкристальному розчині сахарози [3].

Величини температур в обох розглянутих вище випадках вибору вмісту сухих речовин CP при проведенні пошуку регресійних рівнянь приймалися однаковими в межах $T \in [30..120]$, °С.

Зрозуміло, що для більш «широкого» інтервалу зміни величина вмісту CP ($CP \in [60..90]$, %), який буде охоплювати більший період часу уварювання цукрового утфелю, рівняння регресії мають більш складний характер. Це, у свою чергу, впливає на збільшення часу проведення розрахунків з визначення розподілу температур і дифузійного масообміну між складовими комірок.

Для випадку більш «вужького» інтервалу зміни вмісту сухих речовин CP ($CP \in [75..82]$, %) у міжкристалльному розчині, який описує менший період відносного часу уварювання цукрового утфелю, рівняння регресії мають простіший характер. У свою чергу, це призводить до значного скорочення часу проведення розрахунків з визначення розподілу температур і дифузійного масообміну.

У першому випадку (I) для густини ρ міжкристалльного розчину сахарози, яка залежить від двох змінних — вмісту сухих речовин $CP \in [60..90]$, % і температури $T \in [30..120]$, °С проведено ряд досліджень. У результаті узагальнюючий вираз регресійного рівняння у вигляді поліному третього порядку:

$$\rho(T, CP) = a_{\rho_{3,i}}(CP) + b_{\rho_{3,i}}(CP) \cdot T + c_{\rho_{3,i}}(CP) \cdot T^2 + d_{\rho_{3,i}}(CP) \cdot T^3, \quad (1)$$

$$30 \leq T \leq 120,$$

яке найкращим чином описує зміни функції густини ρ і в той же час є найбільш простим з усіх знайдених регресійних кривих. Серед усіх отриманих регресійних рівнянь у вигляді полінома третього порядку як показник адекватності отриманих рівнянь вибрано мінімальний коефіцієнт кореляції, що складає $r = 0,9997657$, та відповідне йому значення середньо квадратичного відхилення $s = 1,6969955$.

Коефіцієнти $a_{\rho_{3,i}}(CP)$, $b_{\rho_{3,i}}(CP)$, $c_{\rho_{3,i}}(CP)$ та $d_{\rho_{3,i}}(CP)$, $i = 1, 2, \dots$ залежать від змінної величини вмісту сухих речовин CP , $60 \leq CP \leq 90$, %, міжкристалльного розчину сахарози. Регресійні рівняння для кожного з них наведено нижче.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $a_{\rho_{3,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 3$ отримали у такому вигляді:

а)

$$a_{\rho_{3,1}}(CP) = 1484,7674 - 14,622583 \cdot CP + 0,26096219 \cdot CP^2 -$$

$$-0,0010669085 \cdot CP^3, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (2)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9995952$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 1,6969955$;

б)

$$a_{\rho_{3,2}}(CP) = 1042,6814 + 3,329288 \cdot CP + 0,020201861 \cdot CP^2, \quad (3)$$

$$60 \leq CP \leq 90,$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9995304$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 1,7732881$;

в)

$$a_{p_{3,3}}(CP) = 931,08502 + 6,3515139 \cdot CP, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (4)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9991427$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 2,3281825$.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $b_{p_{3,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 3$ мають такий вигляд:

а)

$$b_{p_{3,1}}(CP) = -2,7149561 + 0,028418686 \cdot CP - 0,00013217424 \cdot CP^2, \quad (5)$$
$$60 \leq CP \leq 90,$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8231626$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0547710$;

б)

$$b_{p_{3,2}}(CP) = \frac{1}{0,78532991 - 0,3562598 \cdot \ln(CP)}, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (6)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8225162$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0533156$;

в)

$$b_{p_{3,3}}(CP) = -1,9848173 + 0,0086452398 \cdot CP, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (7)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8158796$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0542043$.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $c_{p_{3,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 4$ отримали у такому вигляді:

а)

$$c_{p_{3,1}}(CP) = 0,012506232 + 0,0020914053 \times \cos(0,10467846 \cdot CP - 0,21140906), \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (8)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8826898$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0008147$;

б)

$$c_{p_{3,2}}(CP) = -0,11780958 + 0,0055132258 \cdot CP - 7,4502033 \cdot 10^{-5} \cdot CP^2 + 3,2312326e \cdot 10^{-7} \cdot CP^3, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (9)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8819526$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0008171$;

в)

$$c_{p_{3,3}}(CP) = 0,016080335 + 7,6332978 \cdot 10^{-5} \cdot CP - 1,5855071 \cdot 10^{-6} \cdot CP^2, \quad (10)$$
$$60 \leq CP \leq 90,$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8739346$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0008174$;

г)

$$c_{p_{3,4}}(CP) = 0,024838776 - 0,00016086105 \cdot CP, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (11)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8706959$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0008039$.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $d_{p_{3,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 4$ мають такий вигляд:

а)

$$d_{p_{3,1}}(CP) = -0,011424209 + 0,00062799524 \cdot CP - 1,2942006 \cdot 10^{-5} \cdot CP^2 + 1,1765909 \cdot 10^{-7} \cdot CP^3 - 3,9771862 \cdot 10^{-10} \cdot CP^4, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (12)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8935453$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000041$;

б)

$$d_{p_{3,2}}(CP) = 0,00068419142 - 3,0274853 \cdot 10^{-5} \cdot CP + 3,9219442e \cdot 10^{-7} \cdot CP^2 - 1,63064 \cdot 10^{-9} \cdot CP^3, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (13)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8653570$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000045$;

в)

$$d_{p_{3,3}}(CP) = 8,5166037e \cdot 10^{-6} - 2,8375992 \cdot 10^{-6} \cdot CP + 2,4221525 \cdot 10^{-8} \cdot CP^2, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (14)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8574766$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000044$;

г)

$$d_{p_{3,3}}(CP) = -0,00012528463 + 7,8597388 \cdot 10^{-7} \cdot CP, \quad 60 \leq CP \leq 90, \quad (15)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,8278478$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000047$.

У другому випадку (II) для густини ρ міжкристального розчину сахарози, яка залежить від двох змінних — вмісту сухих речовин CP на інтервалі $CP \in [75..82]$, % і температури $T \in [30..120]$, °C, було отримано вираз узагальнюючого регресійного рівняння у вигляді поліному другого порядку:

$$\rho(T, CP) = a_{p_{2,i}}(CP) + b_{p_{2,i}}(CP) \cdot T + c_{p_{2,i}}(CP) \cdot T^2, \quad 30 \leq T \leq 120, \quad (16)$$

Яке найкращим чином описує зміни функції густини ρ , але в той же час є найбільш простим з усіх інших варіантів знайдених регресійних кривих. Серед всіх отриманих регресійних рівнянь у вигляді полінома другого порядку як показник адекватності отриманих рівнянь вибрано мінімальний коефіцієнт кореляції, що складає $r = 0,9978201$, та середньоквадратичне відхилення $s = 1,1150803$.

Коефіцієнти $a_{p_{2,i}}(CP)$, $b_{p_{2,i}}(CP)$ та $c_{p_{2,i}}(CP)$, $i = 1, 2, 3$, що в даному випадку залежать від змінної величини вмісту сухих речовин CP міжкристального розчину сахарози на інтервалі $75 \leq CP \leq 82$, %, також окремо наведено нижче.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $a_{p_{2,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 3$ отримали у такому вигляді:

а)

$$a_{p_{2,1}}(CP) = 15742,193 - 556,18225 \cdot CP + 7,0932985 \cdot CP^2 - 0,02973991 \cdot CP^3, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (17)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9998563$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,5558766$;

б)

$$a_{p_{2,2}}(CP) = 1406,3176 - 7,3839804 \cdot CP + 0,094047631 \cdot CP^2, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (18)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9997646$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,5808132$;

в)

$$a_{p_{2,3}}(CP) = 826,76736 + 7,3894678 \cdot CP, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (19)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9995114$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,7246398$.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $b_{p_{2,i}}(CP)$, $1 \leq i \leq 3$ отримали у такому вигляді:

а)

$$b_{p_{2,1}}(CP) = -612,73431 + 23,452484 \cdot CP - 0,29887631 \cdot CP^2 + 0,0012676249 \cdot CP^3, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (20)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9978690$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0072238$;

б)

$$b_{p_{2,2}}(CP) = -1,6862969 + 0,06067388 \cdot CP - 0,00054237176 \cdot CP^2, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (21)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9831272$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0165352$;

в)

$$b_{p_{2,3}}(CP) = 1,6559634 - 0,02452445 \cdot CP, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (22)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9823759$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0146325$.

Регресійні рівняння для коефіцієнтів $c_{p2,i}(CP)$, $1 \leq i \leq 3$ отримали у такому вигляді:

а)

$$c_{p2,1}(CP) = 3,8140104 - 0,14645982 \cdot CP + 0,0018706728 \cdot CP^2 - 7,9523425 \cdot 10^{-6} \cdot CP^3, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (23)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9981835$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000395$;

б)

$$c_{p2,2}(CP) = -0,019350107 + 0,00028681753 \cdot CP - 9,0114862 \cdot 10^{-7} \cdot CP^2, \quad (24)$$
$$75 \leq CP \leq 82,$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9816628$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0001021$;

в)

$$c_{p2,3}(CP) = -0,013796954 + 0,00014526083 \cdot CP, \quad 75 \leq CP \leq 82, \quad (25)$$

з коефіцієнтом кореляції $r = 0,9816038$ та середньоквадратичним відхиленням $s = 0,0000886$.

Висновки

У статті наведено результати проведених досліджень з отримання регресійних рівнянь для густини ρ міжкристального розчину сахарози протягом усього періоду уварювання цукрового утфелю $0 \leq \tau/\tau_{ц} \leq 1$. Отримані регресійні рівняння залежать від поточної температури T та вмісту сухих речовин CP в міжкристальному розчині сахарози цукрового утфелю.

Наступним етапом у створенні математичної моделі процесу масової кристалізації сахарози необхідно знайти регресійні рівняння для таких теплофізичних характеристик, як об'ємна теплоємність $c \cdot \rho$ і теплопровідність λ міжкристального розчину сахарози протягом усього періоду уварювання цукрового утфелю.

Література

1. *Понов В.Д.* Основы теории тепло- и массообмена при кристаллизации сахарозы. — Москва: Пищевая промышленность, 1973. — 316 с.
2. *Кулинченко В.Р., Мирончук В.Г.* Промышленная кристаллизация сахаристых веществ: Монография. — Киев: НУПТ, 2012. — 426 с.
3. *Погорилий Т.М.* Регресійні рівняння для визначення чистоти $Ч$ і сухих речовин CP міжкристального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Т. 22, № 5. — С. 142—157.
4. *Pogoriliy T.* The distribution of temperatures in the sucrose solution–sugar crystal–sucrose solution–massecuite cells depending on the boiling sugar massecuite time // Ukrainian Journal of Food Science. — 2015. — Volume 3, Issue 1. — P. 139—148.
5. *Pogoriliy T.* Temperatures distribution in the “larger sugar crystal–larger crystal sucrose solution–less crystal sugar sucrose solution–smaller sugar crystal–massecuite” cells system

depending on the boiling sugar massecuite time // Ukrainian Food Journal. — 2015. — Volume 4, Issue 4. — P. 648—661.

РЕГРЕССИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ρ МЕЖКРИСТАЛЬНОГО РАСТВОРА САХАРОЗЫ ПРИ УВАРИВАНИИ САХАРНОГО УТФЕЛЯ

Т.М. Погорелый

Национальный университет пищевых технологий

В статье реализован один из этапов создания математической модели процесса массовой кристаллизации сахарозы. При создании алгоритма проведения расчетов по определению распределения тепловых и диффузных массовых потоков между составляющими системы ячеек «раствор сахарозы–кристалл сахара–утфель» были найдены регрессионные уравнения для плотности ρ межкристального раствора сахарозы при уваривании сахарного утфеля. В полученных уравнениях плотность ρ зависит от текущей температуры T раствора и содержания сухих веществ $СВ$ в нем. Каждое из найденных регрессионных уравнений построено на основе обработки экспериментальных данных, полученных рядом авторов с применением метода наименьших квадратов.

Ключевые слова: *плотность, межкристальный раствор сахарозы, регрессионные уравнения.*

USE OF CORRELATION TECHNIQUES IN DIFFRACTION ON PERIODIC STRUCTURES

V. Gnatovskiy

Taras Shevchenko National University

N. Medvid'

National University of Food Technologies

Key words:

*Correlation of fields
Multiplication of beams
Periodic structures
Variable phase profile
Switching of optical channels*

Article history:

Received 01.09.2016

Received in revised form
15.09.2016

Accepted 07.10.2016

Corresponding author:

V. Gnatovskiy

E-mail:

vgnatovskyy@ukr.net

ABSTRACT

The correlation method of formation of laser beams was investigated. It consists of transforming the input beam sequentially through two or more phase modulators of a wavefront. The one-dimensional case is considered where modulators are light interference gratings illuminating one or two diffraction gratings having a sinusoidal phase profile. The proposed method increases the number of influence factors to control the formation of the output beam by means of shifts and variances of the relief depth. This method allows the transfer of energy from the left diffraction order to the right one and vice versa. Using the two phase gratings gives us the possibility to synthesize sawtooth or meander periodic wavefront profiles at the system output.

ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ МЕТОДИКИ ПРИ ДИФРАКЦІЇ НА ПЕРІОДИЧНИХ СТРУКТУРАХ

В.О. Гнатовський

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Н.В. Медвідь

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено кореляційний метод формування лазерних пучків, що полягає в послідовному перетворенні початкового пучка за допомогою двох або більше фазових модуляторів його хвильового фронту. Розглянуто випадок одновимірної задачі, коли модулятори вибирались у вигляді світлової інтерференційної решітки, що освітлювала одну або дві дифракційні решітки із синусоїдальним фазовим профілем. Запропонований метод збільшує кількість факторів впливу на формування вихідного пучка завдяки можливості взаємних поперечних зсувів решіток і варіації їх глибини рельєфу, дозволяє здійснювати перекачку енергії з лівого дифракційного порядку в правий і навпаки. У випадку двох фазових решіток показано можливість синтезу на виході оптичної системи пилоподібного або ж меандрового періодичних профілів хвильового фронту.

Ключові слова: кореляційна взаємодія полів, мультиплікація пучків, періодичні структури, змінний фазовий профіль, просторове і часове переключення оптичних каналів.

Постановка проблеми. Періодичні дифракційні елементи вже давно використовуються для перетворення світлових пучків. Загальновідома роль дифракційної решітки, що розділяє світловий монохроматичний пучок на декілька вторинних. Залежно від структури окремого штриха решітки можна підсилувати, зменшувати або вирівнювати інтенсивності дифракційних порядків [1; 2].

Застосування об'ємних решіток розширило сфери їх застосування, насамперед для змін сформованих пучків у часі. Зокрема, можна згадати застосування акусто-оптичних дефлекторів (із застосуванням кореляційної техніки [3]). Згадані методи використовують схему з вхідною плоскою хвилею, а утворені пучки являють собою дифракційні порядки. Їх інтенсивність і розміщення визначаються розміром і фазовим профілем окремого штриха решітки.

Подальшим розвитком можна вважати задачі динамічної голографії, коли інтерференційне поле утворює світлову решітку в динамічному нелінійному середовищі [4; 5]. Решітка може зсуватися в поперечному напрямку відносно інтерференційного поля, що призводить до перекачування енергії між дифракційними порядками. В цьому методі корисний ефект визначається і обмежується суто властивостями нелінійного середовища і тому має певні обмеження.

У пропонованій статті досліджується підхід, що являє собою певний синтез класичної дифракції на періодичній структурі, і можливість вже цілеспрямованого поперечного зміщення двох (і більше) періодичних фазових структур. При цьому ми орієнтуємося на використання ЕОМ і керованих ними фазових транспарантів типу СЛМ. Підхід розвиває ідеї [6] щодо керування лазерним пучком на випадок періодичних структур, має практичні переваги як перед першим прототипом в частині збільшення маневру вхідним пучком, так і перед другим прототипом в частині передбачуваної керованості зсувом і профілем штрихів решіток. По суті, ідея полягає в заміні досить складного експериментального інструментарію динамічної голографії на прості та передбачувані оптичні елементи — плоскі періодичні фазові решітки.

Мета дослідження: збільшити кількість факторів для керування сформованим полем і спростити структури використаних решіток.

Виклад основних результатів дослідження. Дослідження ґрунтується на задачі, коли дифракційна фазова решітка освітлюється інтерференційним полем і може зсуватися відносно нього в поперечному напрямку [7]. Тобто є вхідне світлове поле і перетворюючий транспарант, які мають періодичну структуру.

Розподіл фази в полі і в транспаранті можуть задаватися періодами, структурою фази в окремому штриху і взаємним зсувом елементів. Врахуємо також можливість замінювати розподіл вхідного поля на його фазовий аналог, що формує «еквівалентне» вхідне поле. Також врахуємо можливість синтезу складного фазового рельєфу у вихідному періодичному полі при використанні декількох послідовно розміщених решіток.

При цьому важлива відсутність детермінованого зв'язку у розподілі фазових профілів вхідного поля та дифракційної решітки. Це розширює діапазон алгоритмів для мультиплікації, сканування і комутації сформованих

пучків. Структури, розміщення і взаємний зсув транспарантів для окремих конкретних задач можуть бути знайдені в результаті розрахунків на ЕОМ.

Передумови досліджень для визначення змін у синтезованих дифракційних порядках. Розглядаються два алгоритми формування періодичних полів: 1) інтерференційне світлове поле \rightarrow решітка і 2) решітка (як еквівалент інтерференційного поля) \rightarrow решітка. Для обох алгоритмів загальна схема кореляційного методу формування пучків показана на рис.1.

За цією схемою дві вхідні плоскі хвилі I_1 та I_2 сходяться під кутом θ і формують в площині (x, y) інтерференційне світлове поле M_1 . (При другому алгоритмі M_1 являє собою періодичний транспарант). Поле, утворене M_1 , освітлює решітку M_2 . Періоди M_1 і M_2 можуть бути рівними або ж кратними один одному. Періодичний розподіл поля на вході системи перетворюється в набір дифракційних порядків на її виході в задній фокальній площині (ξ, η) об'єктива O . Позначки вздовж осі ξ для кожного із синтезованих таким чином дифракційних порядків вихідного поля показують, які, взяті окремо, поля пучків I_1 та I_2 після решітки M_2 інтерферують в площині (ξ, η) . Інтенсивність кожного вихідного порядку дифракції буде змінюватися при поперечному зсуві M_2 відносно M_1 за рахунок додаткового набігу фази в складових, що його утворюють. Результати контролюються і вимірюються за допомогою ТВ-камери і ЕОМ.

Головна ідея полягає в тому, щоб утворити «зв'язану» систему полів решіток M_1 та M_2 . У такій зв'язаній системі кожний порядок дифракції на виході утворюється внаслідок інтерференції парціальних хвиль кожної з решіток. Це надає можливість змінювати інтенсивність світла в кожному вихідному дифракційному порядку.

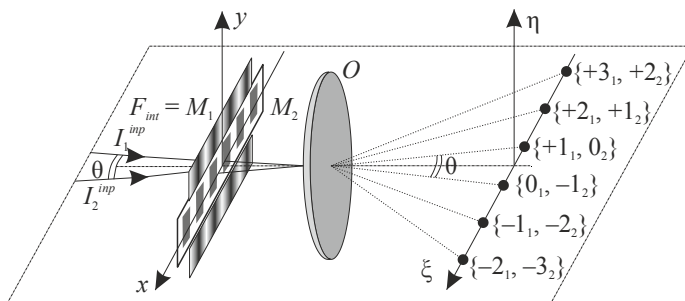


Рис. 1. Оптична схема у кореляційному методі формування пучків для двох періодичних структур

Для досліджень була створена комп'ютерна програма розрахунків і експериментальний стенд. У програмі була закладена можливість використання декількох решіток з довільними віддаленнями та поперечними зсувами одна від іншої. Формування порядків дифракції відбувалось за рахунок впливу поля модулятора M_1 на наступний M_2 . Передбачалися незалежні поперечні зсуви модуляторів і зміна глибини їх фазової модуляції.

Самі ж поля розраховуються за формулами [9] в рамках скалярної теорії дифракції, яка пов'язує розподіл світлового поля в певній площині з його зміною після проходження довільного шару середовища, що має певний розподіл показника заломлення в поперечному напрямку.

Математичний опис, задіяний у програмі. Інтерференційне поле утворюється двома пучками I_1^{inp} і I_2^{inp} :

$$\vec{E}_{1,2} = \vec{E} \exp\left[i\left(\vec{k}_{1,2}\vec{r} - \omega t + \varphi_{1,2}\right)\right], \quad \vec{E} = (0, E, 0), \quad (1)$$

де ω — частота випромінювання; $\vec{k}_{1,2}$ — хвильові вектори пучків; $\varphi_{1,2}$ — їх фази. Хвильові вектори пучків мають компоненти $\vec{k}_{1,2} = (\pm k \sin(\theta/2), 0, k \cos(\theta/2))$. Якщо $\varphi_1 = 0$, а $\varphi_2 = \pi$, тоді в площині (x, y) (при $z = 0$) одержимо поле з напруженістю:

$$\vec{E}_{int}(x) = 2\vec{E} \sin(k \sin(\theta/2)) \exp\left[-i(\omega t - \pi/2)\right]. \quad (2)$$

Кут сходження пучків вибираємо таким, щоб на апертурі L укладалось ціле число періодів поля N .

Напруженість результуючого поля вздовж осі x пропорційна

$$\vec{E}_{int}(x) \propto \sin(2\pi Nx/L), \quad (3)$$

а його інтенсивність пропорційна

$$F_{int} \propto \left[\sin(2\pi Nx/L)\right]^2. \quad (4)$$

Інтерференційне поле використовується для запису (і подальшого виготовлення) решітки із синусоїдальним фазовим рельєфом, що має комплексне пропускання:

$$t(x) = \exp\left[i\frac{m}{2}\sin(2\pi N_1 x/L)\right]. \quad (5)$$

Результати модельних експериментів. Нижче наведено сценарії мультиплікації та керування інтенсивністю вихідних пучків у випадку, коли перетворювалось поле (3) за допомогою дифракційних решіток (5). (Згідно з [8], інтерференційне поле (3) можна замінити його фазовим еквівалентом. Програма розрахунків дозволяє вираховувати це безпосередньо).

На рис. 2 для поля першого модулятора M_1 було вибране значення $N = 50$.

Для другого модулятора M_2 $N_1 = 100$, глибина модуляції $m = \frac{\pi}{1,8}$.

У лівій колонці (рис. 2) подані розподіли інтенсивності в дифракційних порядках вихідного поля. В правій колонці показані розподіли фази одразу після M_2 . Зверху (рис. 2) наводиться кутувий спектр модулятора M_2 .

При поперечному зсуві поля відносно решітки відбувається вирівнювання інтенсивності дифракційних порядків, а потім перекачування лівого в правий. Після зсуву інтерференційного поля праворуч на чверть періоду (на $\pi/2$), що відповідає півперіоду фазової решітки, відновлюється початкове співвідношення інтенсивності ($\approx 17\%$), але вже для правого максимуму.

Аналізуючи розподіл фази у вихідному пучку можна стверджувати, що утворити його за допомогою традиційної дифракційної решітки із складним профілем окремого штриха майже нереально, не кажучи вже про одночасну реалізацію всіх трьох сценаріїв при зсуві лише однієї решітки.

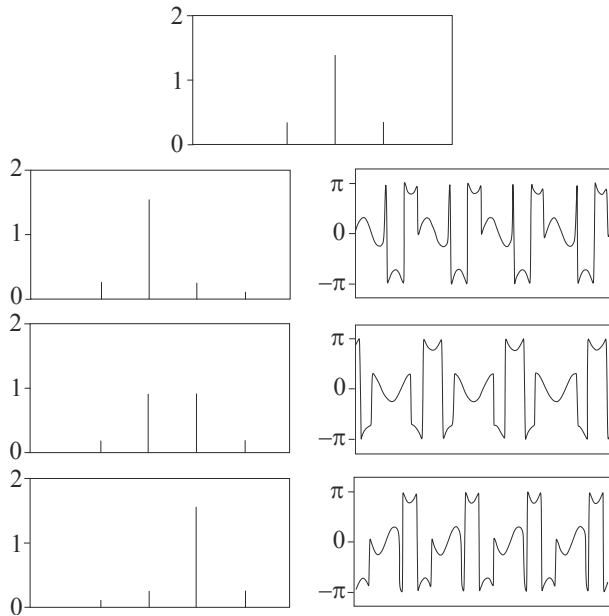


Рис. 2. Дифракція інтерференційного поля на ґратці з фазовим профілем $\Delta n \sim \sin^2(x)$

На рис. 3 наведені результати розрахунків для більш складного випадку, коли інтерференційне поле (3) освітлює дві ґратки (5), що розміщені із зсувом $\Delta z = L/7$ вздовж осі OZ . Параметри ґраток $m = \frac{\pi}{2}$, $N_{1,2} = 100$.

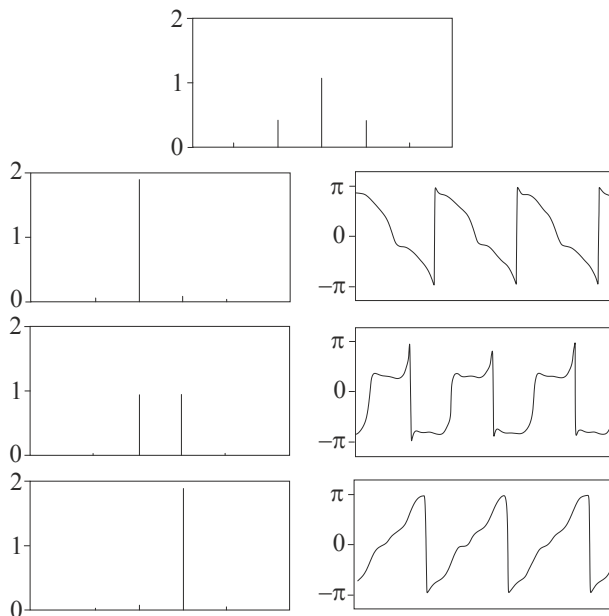


Рис. 3. Дифракція інтерференційного поля на фазовому «сандвічі» з двох однакових ґраток із синусоїдальним фазовим профілем

Зверху (рис. 3) наводиться кутовий спектр поля «сандвіча» $M_2 + M_3$ (тобто при відтворенні його плоскою хвилею). Поле (3) зсувалося від нуля до чверті періоду праворуч, тобто на $\pi/2$. При цьому лівий інтенсивний максимум зменшувався, сусідні піки вирівнювалися, потім зростав правий пік. Співвідношення інтенсивності піків сягало $\sim 96\%$.

Розрахунок рельєфу хвильового фронту на виході системи поданий у правій колонці (рис. 3). При поперечному зсуві розподіли фази набувають пилоподібного або ж меандрового профілів. Зауважимо, що заміна «сандвіча» на одну решітку, але з подвоєною глибиною рельєфу, дає перекачку енергії з гіршими співвідношеннями інтенсивності.

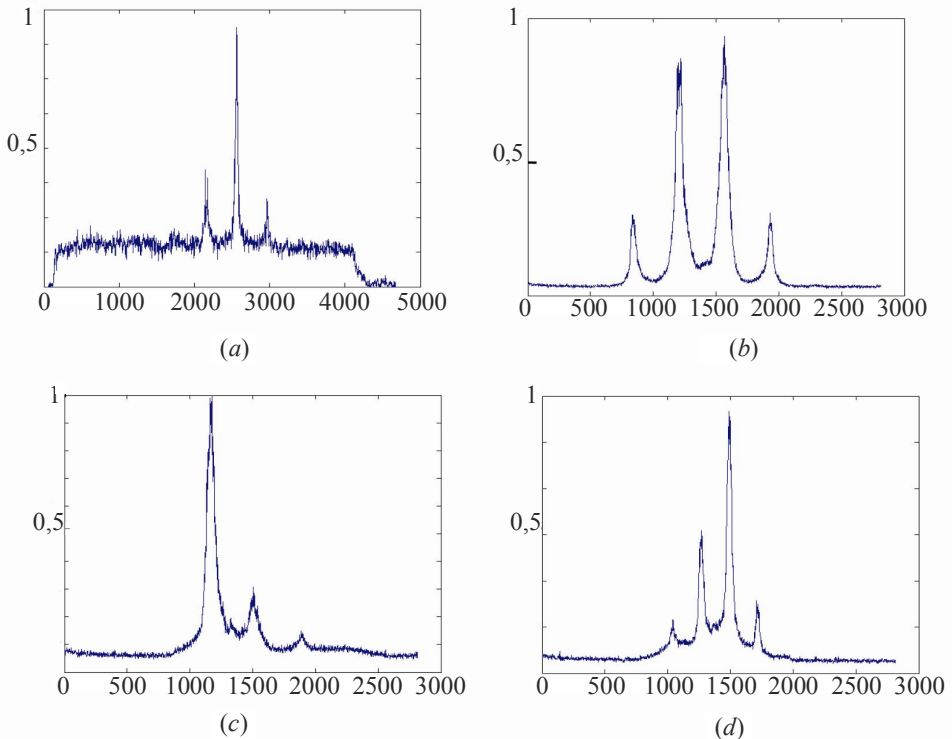


Рис. 4. Експериментальні вимірювання кутових спектрів синусоїдальної фазової решітки при кореляційному формуванні пучків: (a) — кутовий спектр самої решітки; (b) — дифракція інтерференційного поля на ній без зсуву; (c) — підсилення лівого головного дифракційного порядку; (d) — підсилення правого порядку

Теоретичні розрахунки перевірялись експериментально. Неперервне випромінювання гелій-неонового лазера ($\lambda = 633$ нм), або ж одномодового двочастотного напівпровідникового лазера ($\lambda = 532$ нм) розширювалося телескопічною системою і фільтрувалося за допомогою системи діафрагм. Сформований пучок з рівномірним розподілом енергії по перетину і плоским хвильовим фронтом спрямовувався на світло-подільний устрій, який утворював два пучки і забезпечував точне регулювання кута сходження між ними. Ці пучки формували інтерференційне поле, яке використовувалось для запису дифракційної решітки

або для освітлення попередньо виготовлених решіток. Потрібні зміни періоду інтерференційного поля і решітки досягались зміною кута сходження. Так, результати, наведені на рис. 4, були одержані при куті сходження в декілька кутових хвилин, що відповідає періоду інтерференційних смуг близько 100 мкм.

Висновки

Застосування кореляційної методики до перетворення лазерних пучків періодичними структурами розширює діапазон можливостей при мультиплікації і переорієнтації окремих пучків. У практичному плані це надає можливість реалізовувати різноманітні сценарії переміщення і переключення світлових каналів у часі. При цьому можлива цілком передбачувана градація інтенсивностей окремих сформованих пучків. З точки зору теорії кореляційний підхід надає можливість моделювати складні просторові розподіли показника заломлення в об'ємних середовищах з метою порівняння розподілу фази на виході зразка при теоретичних розрахунках і експериментальних спостереженнях. Перевагою є також можливість утворювати досить складні розподіли фази у вихідному пучку за допомогою небагатьох простих фазових структур. Корисною є можливість використовувати одні й ті ж самі фазові елементи для утворення різної конфігурації вихідних пучків.

Література

1. *Soifer V.A. Iterative Methods for Diffractive Optical Elements Computation / V.A. Soifer, V. Kotlar, L. Doskolovich.* — London: Taylor Francis Ltd, 1997. — 250 p.
2. *Микляев Ю.В. Методика расчетов ДОО / Ю.В. Микляев, В. Имгрунт, В.С. Павельев, В.А. Сойфер, В.Г. Качалов, В.А. Ерополов, Л. Ашке, М.В. Большаков, В.Н. Лисоченко // Компьютерная оптика.* — 2011. — Т. 35. — С. 42.
3. *Гнатовский А.В. Голографическая коррекция искажений акустооптического модулятора в фоторефрактивных кристаллах / А.В. Гнатовский, В.П. Вербицкий, Н.В. Кухтарев, В.И. Маглеванный, А.С. Пигида // УФЖ.* — 1993. — Т. 38. — № 3. — С. 71.
4. *Винецкий В.Л. Динамическая голография / В.Л. Винецкий, Н.В. Кухтарев.* — Киев: Наукова думка, 1983. — 125 с.
5. *Odoulov S. Oscillators with Degenerate Four-Wave Mixing / S. Odoulov, M. Soskin, A. Khyzhnyak.* — London: Harwood Academic Publishers, Chur, 1991. — 247 p.
6. *Gnatovskyy V.O. Angular spectra of phase diffraction gratings illuminated by interference field / V.O. Gnatovskyy S.A. Bugaychuk, A.M. Negriyko, I.I. Pryadko, A.V. Sidorenko // International Conference on Advanced optoelectronics and Lasers, CAOL 2013. In IEEE Catalog Number CFP 13814 — CDR.* — 2013. — P 378—380.
7. *Bugaychuk S.A. Multiplication and communication of laser beams under crosscorrelation interaction of periodic fields / S.A. Bugaychuk, V.O. Gnatovskyy, A.M. Negriyko, I.I. Pryadko // Ukr. J. Phys.* — 2016. — V. 61, # 4. — P. 311—317.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МЕТОДИКИ ПРИ ДИФРАКЦИИ НА ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

В.А. Гнатовский

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка

Н.В. Медведь

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследован корреляционный метод формирования лазерных пучков, который состоит в последовательном преобразовании начального пучка при

помощи двух или более фазовых модуляторов волнового фронта. Рассматривается случай одномерной задачи, когда модуляторы выбирались в виде световой интерференционной решётки, которая освещала одну или две дифракционные решётки с синусоидальным фазовым профилем. Предложенный метод увеличивает число факторов воздействия на формирование выходного пучка за счёт их поперечных смещений и вариаций глубиной рельефа, позволяет осуществлять перекачку энергии из левого дифракционного порядка в правый и наоборот. Для двух фазовых решёток показана возможность синтеза на выходе оптической системы пилообразного или же меандрового периодических профилей волнового фронта.

Ключевые слова: корреляционное взаимодействие полей, мультипликация пучков, периодические структуры, изменяемый фазовый профиль, пространственное и временное переключение оптических каналов.

USE OF VACUUM COOLING IN THE TECHNOLOGY OF BISCUIT SEMI-FINISHED PRODUCTS

E. Kobets, M. Desyk, O. Arpul, V. Dotsenko, V. Telychkun

National University of Food Technologies

Key words:

*Vacuum cooling
Biscuit
Physico-chemical
parameters of quality
Heat-mass transfer*

Article history:

Received 05.09.2016
Received in revised form
13.09.2016
Accepted 17.10.2016

Corresponding author:

E. Kobets
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article describes an alternative method of cooling biscuit semi-finished products in vacuum conditions. It was determined that cooling duration is substantially reduced and it is no longer necessary to use the maturation of the semifinished product. The change in physico-chemical parameters of quality of the finished product was investigated when using vacuum cooling as compared with a conventional method.

ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

О.С. Кобець, М.Г. Десик, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, В.І. Теличкун

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто альтернативний спосіб охолодження бісквітних напівфабрикатів в умовах вакууму. Визначено, що тривалість охолодження напівфабрикату суттєво зменшується, що надає можливість уникнути стадії його вистоювання. Досліджено зміну фізико-хімічних показників якості готового виробу при застосуванні вакуумного охолодження порівняно з традиційним способом.

Ключові слова: *вакуумне охолодження, бісквіт, фізико-хімічні показники якості, тепломасообмін.*

Постановка проблеми. Останнім часом виробники продуктів харчування все більшу увагу приділяють оптимізації технологічних процесів, зменшенню витрат енергії, розширенню асортименту продукції, інтенсифікації процесу виробництва та зменшенню тривалості охолодження напівфабрикатів, в тому числі хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

Упродовж останніх років стрімкого розвитку набуває вивчення процесів охолодження харчових продуктів, адже до тепер досконально розглядали

лише конвективний спосіб відведення теплоти. Традиційні способи охолодження харчових продуктів конвективним потоком холодного повітря не завжди можуть бути використані, що пов'язано з обмеженням по температурі охолоджуючого середовища, яке повинне мати плюсові значення і не призводити до заморожування продукту. Незначний градієнт температур, характерний для конвективного охолодження, призводить до усихання та нерівномірного розподілу вологи за об'ємом охолоджуваної заготовки [1].

Сучасним та актуальним способом охолодження харчових продуктів є вакуумне охолодження, при якому продукт охолоджується внаслідок адіабатного кипіння вологи і, як наслідок, зниження температури продукту при зниженні тиску. При цьому основними вимогами до продукту є його вологість, за рахунок випаровування якої відбувається охолодження і забезпечується висока вакуум- і паропроникність.

Використання приведенного альтернативного способу охолодження досліджується уже протягом декількох десятиліть. Так, для охолодження плодово-овочевої сировини в Сполучених Штатах у 1950 р. почали використовувати саме цей спосіб, що дозволило вирішити проблему з швидким її псуванням [2]. У 1984 р. А. Томсон (Велика Британія) довів, що використання розрідження для грибів і свіжого салату сприяє продовженню терміну їх зберігання та зменшенню обсіменіння мікроорганізмами [3]. Вакуумне охолодження було успішно використане для охолодження печених і варених продуктів у 1983 р. З. Шеном (Італія), крім того, пізніше його почали використовувати для ковбасних виробів з метою скорочення технологічного процесу приготування [4]. У 1993 р. Д. Еверінгтон (Ізраїль) дослідив, що охолодження італійського пирога цим способом можна провести протягом 4 хв, замість традиційного охолодження повітрям 24 год [5]. У 2001 р. К. Мак-Доналд (Англія) довів, що при охолодженні вирішальну роль відіграє швидкість процесу, та встановив тісний зв'язок якості продукту із швидкістю охолодження. Відомо, що дана величина залежить від умов тепловідводу, форми і розмірів напівфабрикату, а також від теплофізичних характеристик продукту [6]. Сьогодні проводяться дослідження з використання розрідження у технології хліба та хлібобулочних виробів, зокрема компанія Revent International АВ (Данія) популяризує цю технологію та впроваджує вакуумні охолоджувачі у міні-пекарнях, кондитерських, кафе та ресторанах [7].

Аналіз фізичних процесів, що відбуваються при вакуумному охолодженні харчових продуктів, дозволив сформулювати такі припущення:

- бісквітний напівфабрикат після випікання розглядається як капілярно-пористе тіло з пористістю 70...80% і високою паропроникністю;
- в процесі охолодження в умовах розрідження відбувається перерозподіл вологи в об'ємі заготовки;
- фазові переходи «рідина-пара» відбуваються у всьому об'ємі напівфабрикату одночасно;
- фазовий перехід відбувається за відсутності підведення тепла ззовні за рахунок зменшення внутрішньої енергії виробу і, як наслідок, супроводжується зменшенням температури виробу.

Особливості виробництва бісквітних напівфабрикатів в умовах закладів ресторанного господарства та міні-виробництв вивчено недостатньо. Своєчасним і актуальним є розроблення прискореної технології бісквітних напівфабрикатів для підприємств з дискретним режимом виробництва, оскільки дозволити собі тривалий процес традиційного охолодження та вистоювання можуть далеко не всі заклади ресторанного господарства, особливо невеликої потужності.

У процесі термообробки борошняних кондитерських виробів, саме бісквітних напівфабрикатів, відбувається значний ріст тістової заготовки. Збільшення об'єму тіста при випіканні можна пояснити збільшенням розмірів пухирців повітря та інших газів, які потрапили в тісто при збиванні яєчно-цукрової суміші внаслідок їх розширення при нагріванні.

За класичною технологією, з метою забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей м'якушки, випечений бісквітний напівфабрикат перед подальшою обробкою спочатку охолоджують 20...30 хв, а потім вистоюють упродовж 6...8 годин. Зміцнення його структури відбувається за рахунок набуття твердості стінок пор під час охолодження та вистоювання. В цей же час відбувається перерозподіл вологи всередині напівфабрикату, що, у свою чергу, призводить до укріплення структури і зниження вологості. Вистоювання бісквітного напівфабрикату запобігає його заминанню під час різання і знижує крихкуватість під час промочування сиропом.

Дослідження проводили зі зразками бісквітних напівфабрикатів, у рецептурі яких входить клітковина пшенична (бісквітний напівфабрикат «Здоров'я») та клітковина яблучна (бісквітний напівфабрикат «Феєрія»). Попередньо встановлено, що вищевказана сировина призводить до погіршення фізико-хімічних показників якості досліджуваних зразків — зменшення їх пористості та питомого об'єму, що пов'язано з високою водопоглинальною здатністю клітковини. Одним із можливих способів нівелювання негативного впливу клітковини на якість досліджуваних бісквітних напівфабрикатів є використання охолодження в умовах розрідження.

З літературних джерел відомо, що процес охолодження в умовах розрідження позитивно впливає на фізико-хімічні й органолептичні показники якості готового виробу, збільшує пористість, питомий об'єм, зменшує витрати часу на вистоювання продукту, подовжує час їх зберігання за рахунок відсутності зараження мікроорганізмами при охолодженні.

Мета дослідження: інтенсифікація процесу охолодження бісквітних напівфабрикатів і покращення їх фізико-хімічних та органолептичних показників за допомогою вакуумного охолодження.

Відповідно до поставленої мети сформульовані такі завдання дослідження:

- визначити вплив розрідження на зміну часу охолодження готового виробу;
- дослідити фізико-хімічні показники готового виробу при застосуванні традиційної технології та при вакуумному охолодженні.

Викладення основних результатів дослідження. З метою уникнення надмірної втрати вологості напівфабрикатом і переохолодження заготовки, яка залежить від тиску робочого середовища вакуумного охолоджувача, було

обрано тиск 3 кПа, що дозволяє покращити органолептичні та фізико-хімічні показники якості готового виробу й охолодити напівфабрикат до $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Дослідження зміни температури прогрівання бісквітного напівфабрикату у різних площинах здійснювали за допомогою мідь-константних термопар, які розміщували всередині заготовки та закріплювали з метою отримання найбільш точних результатів. Термопари розташовували на спеціальних «поплавках» таким чином, щоб у процесі випікання вони піднімалися з підйомом різних шарів тістової заготовки.

На рис. зображено температурні криві процесів випікання при температурі пекарної камери $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вакуумного охолодження бісквітного напівфабрикату при тиску 3 кПа.

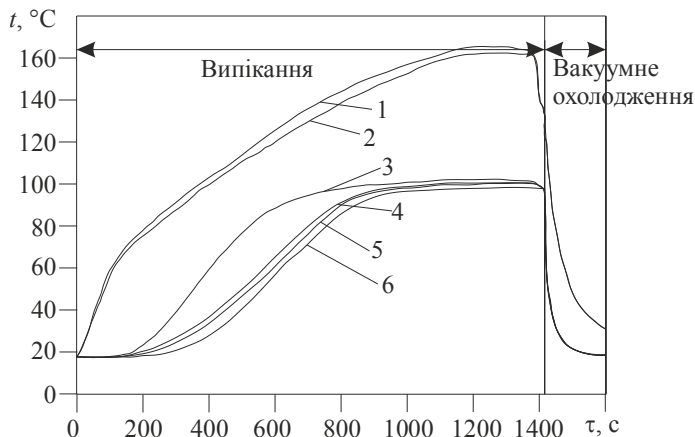


Рис. Температурні криві процесів випікання й охолодження бісквітного напівфабрикату (висота заготовки 44 мм): 1 — верхня скоринка; 2 — нижня скоринка; 3 — 14 мм від верхньої скоринки; 4 — 20 мм від верхньої скоринки; 5 — 20 мм від нижньої скоринки; 6 — центр заготовки

Температурні криві процесу випікання бісквітного напівфабрикату в умовах радіаційно-конвективного обігріву характерні для колоїдних капілярно-пористих тіл. Температури скорінок у кінці процесу випікання становлять близько $160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Центр заготовки прогрівається до температури кипіння рідини, яка складає близько $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 17 хв.

Процес прогрівання супроводжується рядом фізико-хімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів, що призводить до утворення структури бісквіту. Випечені бісквіти завантажувались у вакуум камеру, тиск усередині якої знижено до 3 кПа, внаслідок чого за рахунок випаровування вологи бісквітні вироби охолоджувались до температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температурні криві процесу вакуумного охолодження бісквітних виробів свідчать, що зниження тиску в камері супроводжується випаровуванням вологи з об'єму бісквіту і, як наслідок, його охолодженням. Швидкість цього процесу визначається динамікою зміни тиску в камері розрідження. Для лабораторних умов тривалість періоду вакуумного охолодження бісквітних виробів склала близько 2 хв. Особливістю вакуумного охолодження є те, що

поверхневі шари бісквітного напівфабрикату (термопари 1 та 2) охолоджуються повільніше порівняно з центральними шарами (термопари 3—6). Дане явище пов'язане з розподілом вологи в об'ємі заготовки в кінці випікання, а саме тим, що у скоринці практично відсутня волога, тому в умовах вакууму не відбувається випаровування і, відповідно, не відбирається теплота.

Вагому роль відіграє також зміна фізико-хімічних показників якості бісквітного напівфабрикату, зокрема втрата ним вологості, зміна пористості та крихкуватості. Аналіз цих показників дозволяє зробити висновок про доцільність використання розрідження при охолодженні бісквітних напівфабрикатів. У табл. 1 наведено фізико-хімічні показники якості досліджуваних напівфабрикатів.

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники якості бісквітного напівфабрикату

Показник	Бісквітний напівфабрикат «Здоров'я»		Бісквітний напівфабрикат «Феєрія»	
	При традиційному способі виробництва	При вакуумному охолодженні	При традиційному способі виробництва	При вакуумному охолодженні
Вологість, %				
Після випікання	28,3	28,3	28,5	28,5
Після 8 год вистоювання	23,8	-	24,3	-
Кінцева	-	23,6	-	24,1
Пористість, %				
Після випікання	72,2	72,2	73,1	73,1
Після 8 год вистоювання	71,5	-	72,3	-
Кінцева	-	74,2	-	74,8
Крихкуватість, %				
Після випікання	3,1	3,1	3,4	3,4
Після 8 год вистоювання	4,3	-	4,8	-
Кінцева	-	4,0	-	4,4

Аналіз табличних даних свідчить про зниження кінцевої вологості порівняно з початковою на 4,7% для бісквітного напівфабрикату «Здоров'я» та на 4,4% для напівфабрикату «Феєрії», яка є нижчою на 0,8...1% порівняно з охолодженням традиційним способом. Зменшення пористості при традиційному методі пов'язано з процесами охолодження й осідання бісквітного напівфабрикату на повітрі при вистоюванні. При охолодженні бісквіту в умовах розрідження значення пористості збільшується на 2,5% та 2,1% відповідно, що пов'язано з випаровуванням вологи виробу і збільшенням об'єму пухирців повітря бісквітного напівфабрикату, що запобігає його осіданню при охолодженні виробу, стабілізуючи структуру. Позитивним ефектом також є зменшення крихкуватості напівфабрикату, що забезпечує утримання форми при нарізанні і, відповідно, збільшує вихід.

Висновки

Таким чином, використання вакуумного охолодження для бісквітного напівфабрикату дає змогу суттєво (на 8 год) скоротити технологічний процес його приготування. Крім того, цей спосіб охолодження позитивно впливає на фізико-хімічні показники якості готового напівфабрикату, а саме: збільшує пористість виробу на 2...2,5% порівняно з класичною технологією, дозволяє подовжити термін його зберігання завдяки зменшенню крихкуватості на 9...9,3%.

Запропонована технологія охолодження надає можливість розширити асортимент бісквітних напівфабрикатів, у тому числі функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами, та забезпечити кінцевому продукту високі органолептичні та необхідні фізико-хімічні показники.

Література

1. Охлаждение сухарных изделий в условиях разрежения / Н. Десик, А. Щербина, Ю. Теличкун, В. Теличкун // Ангел Кънчев: Научни трудове на русенски университет. — 2013. — Т. 52. — С. 139—142. — (серия 10.2 Биотехнологии и хранителни технологии: г. Разград.)
2. Thompson A.K. Postharvest technology of fruit and vegetables / A.K. Thompson. — London: Blackwell Science. — 1996. — 356 p.
3. Thompson J. Determining product temperature in a vacuum cooler / J. Thompson, T.R. Rumsey // ASAE Paper. — 1984. — # 84. — P. 6543.
4. Shen Z.Y. Prevention of flow distortion of cooling water in hydrojet vacuum cooler / Z.Y. Shen // Food & Fermentation Industries. — 1983. — # 1. — P. 19—21.
5. Everington D. Vacuum technology for food processing / D. Everington // Food Technology International Europe. — 1993. — P. 71—74.
6. McDonald K. The formation of pores and their effects in a cooked beef product on the efficiency of vacuum cooling / K. McDonald, D.-W. Sun // Journal of Food Engineering. — 2001. — # 47. — P. 175—183.
7. Драчева Л.В. Вакуумное охлаждение — инновационная технология / Л.В. Драчева // Кондитерское производство. — 2011. — № 6. — С. 33.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Е.С. Кобец, Н.Г. Десик, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, В.И. Теличкун
Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрен альтернативный способ охлаждения бисквитных полуфабрикатов в условиях вакуума. Определено, что продолжительность охлаждения полуфабриката существенно уменьшается, что позволяет избежать стадии его расстойки. Исследовано изменение физико-химических показателей качества готового изделия при применении вакуумного охлаждения по сравнению с традиционным способом.

Ключевые слова: вакуумное охлаждение, бисквит, физико-химические показатели качества, теплообмен.

RATIONALE FOR PRODUCTION TECHNOLOGY OF THE J-SE FUNCTIONAL ADDITIVE IN POWDER FORM

M. Pogozhikh, T. Golovko, V. Polupan, M. Bakirov, L. Parhomenko
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

Key words:	ABSTRACT
<i>Additive</i> <i>Iodine</i> <i>Selenium</i> <i>Dispersion composition</i> <i>Iodine-selenium</i> <i>functional additive</i>	The necessity of creating biologically active additives, which are the carriers of biologically active forms of iodine and selenium, is substantiated in this paper. The dispersion composition of the following additives has been investigated: additives enriched with protein and minerals (iodine-protein additives) and dietary selenium-protein additive called "Neoselen". The results of mathematical calculations and experimental studies on defining the optimal ratios of size and amounts of additives are presented in view of their simultaneous use in food systems. The basic principles of the production technology of the J-Se functional additive in powder form were identified for the technology of food products enriched with micronutrients. Physical and technological properties of iodine-selenium functional additives were determined.
Article history: Received 21.09.2016 Received in revised form 05.10.2016 Accepted 24.10.2016	
Corresponding author: V. Polupan E-mail: pvalvad@gmail.com	

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА J-SE ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДОБАВКИ У ВИГЛЯДІ ПОРОШКУ

М.І. Погожих, Т.М. Головко, В.В. Полупан, М.П. Бакіров, Л.О. Пархоменко
Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті обґрунтовано необхідність створення добавок дієтичних, що є носіями біологічно активних форм йоду та селену. Досліджено дисперсійний склад добавок: добавки збагачувальної білково-мінеральної (йодобілкової) та добавки дієтичної селен-білкової «Неоселен». Наведено результати математичних розрахунків та експериментальних досліджень з визначення оптимальних співвідношень розмірів і кількостей добавок при їх одночасному використанні у складі харчових систем. Визначено основні принципи технології виробництва J-Se функціональної добавки у вигляді порошку для функціонування в технологіях харчових продуктів, збагачених мікронутрієнтами, а також фізико-технологічні властивості йод-селенових функціональних добавок.

Ключові слова: *добавка, йод, селен, дисперсійний склад, йод-селенова функціональна добавка.*

Постановка проблеми. Ключове значення для підтримки здоров'я і довголіття людини має повноцінне і регулярне надходження до організму всіх необхідних мікронутрієнтів, серед яких: незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні складові. Причому найбільш доцільний і фізіологічно обґрунтований шлях надходження цих есенціальних нутрієнтів в організм — харчовий. Фізіологічно повноцінне харчування з його невід'ємною складовою у вигляді якісного і кількісного забезпечення організму необхідними поживними речовинами здатне підтримувати високий рівень імунологічної резистентності й антиоксидантного захисту.

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею — загальна проблема сучасного людства. До виникнення даної проблеми призвів ряд факторів: зниження кількості фізичного навантаження на організм, інтенсифікація життя, підвищені емоційні навантаження, погіршення екологічної обстановки, а також заміна натуральних компонентів їжі на штучні складові з метою отримання економічного прибутку виробниками. На тлі цього виникають порушення метаболізму і так звані «хвороби метаболічного походження». Такі захворювання виникають при дефіциті незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот і мінеральних речовин. Що стосується дефіциту мінералів, то найчастіше причиною важких захворювань є нестача йоду, селену тощо. Використання сучасних технологій обробки їжі, велика кількість рафінованих і неякісних продуктів призводить до того, що природний вміст цих найважливіших мікроелементів в їжі значно знижується. Ситуація посилюється наявністю вихідного йодного та селенового дефіциту в природі.

Есенціальну роль в антиоксидантному захисті клітин, підтримці клітинного імунітету, нормальному функціонуванні щитовидної, передміхурової залоз та активному перебігу сперматогенезу відіграє селен. Недостатня кількість селену в організмі посилює хвороби органів дихання. Дефіцит селену відзначають у хворих із злоякісними захворюваннями крові. Його експериментальний дефіцит призводить до розвитку раку кишечника у щурів і раку шкіри у мишей [1; 2].

Йододефіцит небезпечний не лише для здоров'я окремої людини, він може бути загрозою для цілої нації. Йододефіцитні захворювання — одна з найпоширеніших неінфекційних патологій людини. У світі йодну недостатність відчують 1 988,7 млн осіб (близько 35,2% населення). У близько 700 млн людей виявлено збільшення щитовидної залози (ендемичний зоб), а в 45 млн — виражену розумову відсталість унаслідок йодної недостатності (ВООЗ). У той же час в Україні дефіцит йоду відчуває близько 70% населення, а це понад 38 млн громадян. За даними науковців, із понад 400 тис. українських новонароджених 340 тис. вже мають вроджений йодний дефіцит. Як наслідок, у структурі патології метаболічного походження значний відсоток припадає на такі важкі хвороби, як ендемічний зоб, низькорослість, глухонімота, порушення розумової діяльності дітей і дорослих [3; 4].

Профілактика йодо- та селенодефіцитних захворювань упродовж останніх 10 років стала одним із пріоритетних напрямків діяльності ВООЗ і національної політики в галузі охорони здоров'я.

Найбільш доцільним, ефективним, а також економічно доступним шляхом кардинального поліпшення забезпеченості населення незамінними компонен-

тами їжі, зокрема йодом і селеном у метаболічно активних формах, є регулярне включення в раціон продуктів харчування оздоровчого призначення, збагачених мікронутрієнтами.

Таким чином, у світі в цілому існує об'єктивна потреба пошуку, створення альтернативних джерел біологічно активного йоду та селену для використання у виробництві низки продуктів харчування масового щоденного споживання. Це надасть можливість підтримати здоров'я, забезпечити довголіття, підвищити якість життя сучасної людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Споживання природних продуктів харчування зі значним вмістом йоду та селену ускладнено через економічні обставини й невелику кількість і якість цих продуктів харчування на ринку України. Для усунення дефіциту йоду, селену в організмі людини проводять збагачення зазначеними мінеральними речовинами харчових продуктів.

Що стосується подолання йододефіцитних станів, то найбільш ефективним вважають масове вживання йодованої солі. При йодуванні солі використовується спосіб розприскування розчину йодиду калію на сіль з розрахунку 15 мг на 1 кг солі. Щоденний прийом 10 г солі може забезпечити надходження в організм людини 150 мкг йоду [5]. Недоліком такого підходу є складність забезпечення нормованого споживання йоду через нестабільність його вмісту за різних умов зберігання й технологічного використання. Вже через шість місяців зберігання солі вона повністю втрачає йодид калію, який до неї додавали. А в процесі кулінарної обробки кількість вмісту йоду в харчових продуктах зменшується до 65% початкової кількості йоду [6].

На сьогодні існують харчові продукти, що включають йодовмісні харчові добавки. До таких продуктів можна віднести хліб і хлібобулочні вироби, молоко, масло [7]. Як харчові добавки у вказаних продуктах застосовують неорганічні сполуки йоду, продукти переробки морських водоростей (ламінарії, цистозіри, зостери, фукуса тощо), дріжджові культури, вирощені на йодованій воді. Проте отримані продукти мають специфічні органолептичні характеристики та нестабільний мінеральний склад, який значно коливається залежно від місця, умов зберігання, способів переробки і транспортування, через що виникають складнощі з корегуванням вмісту йоду у кінцевому продукті.

Також відомо спосіб виробництва йодованої харчової добавки, який полягає у введенні розчину йодиду калію в харчовий компонент, що отримують при жиловці шийного відрубів великої рогатої худоби. Еластичну тканину, яку зачищають від залишків м'язової і жирової тканин, подрібнюють, варять, охолоджують, потім вводять розчин йодиду калію в заданій концентрації, витримують при 2...4 °C та сушать під вакуумом, потім подрібнюють до порошкоподібного стану [8]. Але недоліком цього способу є обмеженість сировинних ресурсів і складність технології отримання йодованої харчової добавки.

Селенодефіцитна ситуація в Україні має тенденцію до погіршення за рахунок зменшення кількості селену в ґрунтах та, як наслідок, у продуктах рослинництва і тваринництва, тому вченими постійно ведуться пошуки шляхів підвищення вмісту селену в харчовій продукції.

Існує спосіб виробництва біологічно активної добавки «Відродження» з біоінформаційною сумісністю, використання якої призводить до регуляції за-

хисних, регуляторних, регенеративних функцій при біоінформаційній сумісності з організмом через активацію систем саморегуляції. 200 мл розчину даної добавки містять 120...160 мг селену [9]. Але відзначається підвищена концентрація неорганічного селену в біологічно активній добавці, що збільшує ймовірність токсикологічного отруєння цим елементом при добовій нормі споживання 55...70 мкг.

Поширеним є виробництво харчової біологічно активної добавки із селеном і дріжджами, що включає культивування дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на поживному середовищі, яке містить мелясу як джерело сахаридів, мінеральні солі, джерела селену — розчин селенистої кислоти [10]. Недоліком способу є обмеженість цільової споживацької аудиторії, оскільки дріжджовмісні БАД протипоказано вживати людям з порушеннями роботи нирок та індивідуальною гіперчутливістю, а також складність технології отримання селеновмісної харчової добавки і, як результат, подорожчання кінцевого продукту.

Існує лікарська форма випуску у вигляді капсул або таблеток біологічно активної харчової добавки «Мінеральний комплекс із селеном «Селен Активний», що містить низькотоксичні органічні сполуки селену — селексену, лактози, крохмалю. Недоліком є складність і собівартість виробництва основного компоненту даної БАД — селексену [11].

Усе вищенаведене доводить необхідність проведення наукових досліджень у напрямку пошуку харчових джерел сполук йоду та селену, розробки на цій підставі рецептур продуктів харчування з їх використанням.

Мета дослідження: наукове обґрунтування раціональних розмірів порошоків, що застосовуються для отримання йод-селенових функціональних добавок. Для досягнення мети необхідно побудувати математичну модель взаємного розташування добавок порошоків, експериментально визначити дисперсійний склад окремих порошоків і параметри їх змішування.

Виклад основних результатів дослідження. *Наукові аспекти отримання продукту, результати досліджень його властивостей.* Для вирішення проблеми профілактики захворювань, зумовлених дефіцитом йоду та селену, головним напрямком є збагачення йодом і селеном продуктів харчування за рахунок добавок, в яких мінеральний компонент перебуває у біоорганічній формі. Фахівцями Харківського державного університету харчування та торгівлі (ХДУХТ) створено добавку збагачувальну білково-мінеральну — ДЗБМ (йодобілкову) та добавку дієтичну селен-білкову «Неоселен» [12; 13].

ДЗБМ, створена на основі яєчного білка та мінеральних сполук йоду, являє собою стійкий йодобілковий комплекс. Вибір об'єктів сорбції обумовлений доцільністю забезпечення умов сорбції іонів J^- на білкові молекули з утворенням стабільних комплексів. Науково обґрунтовано технологію ДЗБМ (йодобілкової). Встановлені оптимальні режими отримання добавки йодобілкової ($pH = 7 \pm 0,2$ із 0,4 н. розчину KI за $t = 20^\circ C$, $\tau = 2 \times 60^2$ с) з подальшим розпилювальним сушінням отриманої маси та видаленням неорганічних залишків йоду із порошкоподібної системи шляхом термостатування за температури $50 \pm 5^\circ C$ упродовж $(10...12) \times 60^2$ с.

Добавка йодобілкова за органолептичними характеристиками становить собою однорідний порошок, без сторонніх включень, світло-жовтого кольо-

ру, однорідної консистенції, нейтрального смаку та запаху. Запропонована технологія виробництва добавки йодобілкової дозволяє отримати продукт із хімічним складом: $8,6 \pm 0,5\%$ вологи, $89,3 \pm 1,66\%$ білка, $2,1 \pm 0,5\%$ золи, у тому числі йоду $0,21 \pm 0,004\%$ [14].

Розроблено нову технологію біологічно активної добавки «Неоселен», що містить у своєму складі органічні сполуки селену [13]. Створення добавки дієтичної селен-білкової «Неоселен» передбачає взаємодію джерела іонів селену з білками молочної сироватки. Для одержання біологічно активної добавки «Неоселен» молочну сироватку доводять до температури $17 \dots 20$ °C та рН $5,0 \dots 6,0$, до неї додають натрію селенід (Na_2Se). Сировинну суміш перемішують протягом $2 \dots 3$ хв і витримують протягом однієї доби ($1380 \dots 1440$ хвилин), після чого її фільтрують, знежирюють, висушують за температури $49 \dots 52$ °C протягом $60 \dots 90$ хв і подрібнюють. Готову добавку фасують і пакують. Вихід біологічно активної добавки «Неоселен»: $6 \dots 9\%$. «Неоселен» — добавка підвищеної поживної цінності з регульованими мінеральними характеристиками за рахунок повноцінного молочного білка, мінеральних речовин.

Готовий продукт «Неоселен» має однорідну порошкоподібну консистенцію приємного, молочного смаку та запаху від світло-червоного до насичено червоного кольору, який залежить від кількості іонів селену.

Тобто отримані порошкоподібні добавки ДЗБМ (йодобілкова) та «Неоселен» можуть бути використані у широкому асортименті продуктів харчування оздоровчого призначення. Але для цього необхідним є точне нормування та рівномірний розподіл зазначених добавок у харчовій системі. З цією метою нами проведено математичні розрахунки оптимальних співвідношень розмірів добавок при їх одночасному використанні.

Побудова математичної моделі задачі. Розглядається два типа фізичних об'єктів однакової щільності, що мають форму кулі. Діаметр більшого з них позначимо через d_1 (тип 1), меншого — через d_2 (тип 2). Розглянемо задачу оптимального (максимально щільного) розташування об'єктів типу 2 невідомого діаметра на об'єкті типу 1 фіксованого діаметра (рис. 1), якщо відоме обмеження на співвідношення їхніх мас:

$$\frac{m_1}{m_2} \geq M, \tag{1}$$

де m_1 — маса об'єкту типу 1; m_2 — сумарна маса об'єктів типу 2.

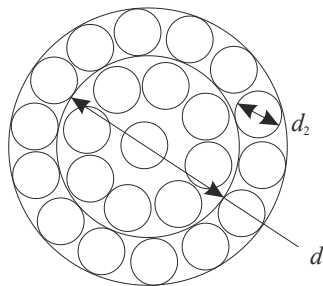


Рис. 1. Ансамбль сферичних об'єктів типів 1 та 2

Позначимо через V об'єм сфери діаметру $d_1 + 2d_2$ (рис. 1). Введемо функцію щільності заповнення сфери об'єму V об'єктами типу 1 та 2:

$$D = \frac{V_1 + \sum_{i=1}^n V_{2i}}{V},$$

де V_1 — об'єм об'єкта типу 1; V_2 — об'єм об'єкта типу 2; n — кількість об'єктів типу 2. Обираємо таку задачу оптимізації:

$$D = \frac{V_1 + \sum_{i=1}^n V_{2i}}{V} \rightarrow \max ;$$

$$\frac{V_1}{nV_2} \geq M ,$$

або

$$D = \frac{d_1^3 + \sum_{i=1}^n d_{2i}^3}{(d_1 + 2d_2)^3} \rightarrow \max ; \tag{2}$$

$$\frac{d_1^3}{nd_2^3} \geq M . \tag{3}$$

Проведемо розрахунки для значення $M = 500$ та побудуємо залежність діаметра d_2 від кількості n об'єктів типу 2, змінюючи діаметр d_1 (рис. 2). При цьому максимізуємо функцію щільності D (2) та задовольняємо обмеження на маси (1) або (3). Значення $n = 300$ відповідає щільності $D = 0,9$ заповнення сфери діаметра $d_1 + 2d_2$. При цьому на об'єкті типу 1 можна розташувати 300 об'єктів типу 2 та проаналізувати зв'язок між діаметрами d_1 та d_2 .

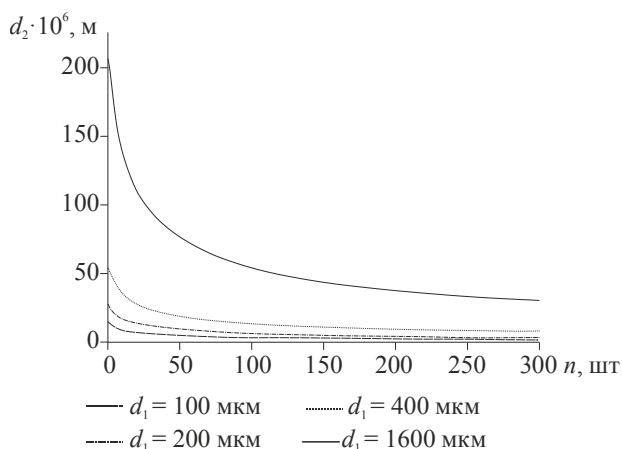


Рис. 2. Залежність діаметра d_2 об'єктів типу 2 від їх кількості для різних діаметрів d_1 об'єкта типу 1

Із рис. 2 видно, що кількість об'єктів типу 2 суттєво залежить від дисперсності обох типів і збільшується, якщо дисперсність об'єктів типу 1 зменшується, а типу 2 — збільшується. Таким чином, модель дозволяє обґрунтувати відносну дисперсність цих об'єктів відповідно до вимог утворення порошків, що містять мікроелементи у заданих співвідношеннях. При цьому при аналізі моделі вважалось, що частки добавок мають здатність до адгезії.

Для практичного відтворення проаналізованої моделі було проведено експериментальне визначення дисперсності добавок. Для цього добавки ДЗБМ (йодобілкової) та добавку дієтичну селен-білкову «Неоселен» окремо подрібнювали вручну в лабораторній порцеляновій ступці шляхом розтирання круговими рухами протягом (15...20)×60 с. При цьому добавки насипали в ступку у кількості не більше 1/3 об'єму ступки. Під час подрібнення частинки добавки періодично зчищали шпателем зі стінок ступки, збирали по центру і продовжували подрібнення. Для отримання суміші добавок попередньо подрібнені ДЗБМ і «Неоселен» змішували у співвідношенні 200 : 1 за масою, виходячи з добової потреби дорослої людини у йоді та селені. Змішування проводили методом пересипання та струшування суміші подрібнених порошкоподібних добавок з одного лабораторного стакану в інший 15...20 разів. Дисперсність ДЗБМ, добавки «Неоселен» та їх суміші визначали шляхом мікроскопування з використанням лабораторної камери Горяєва (рис. 3, 4, 5).

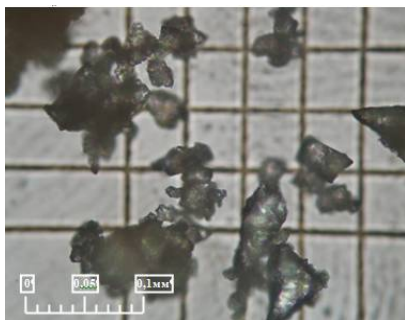


Рис. 3. Фрагмент мікроскопування ДЗБМ (йодобілкової) з використанням камери Горяєва

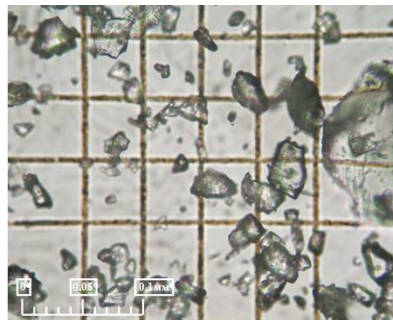


Рис. 4. Фрагмент мікроскопування добавки «Неоселен» з використанням камери Горяєва

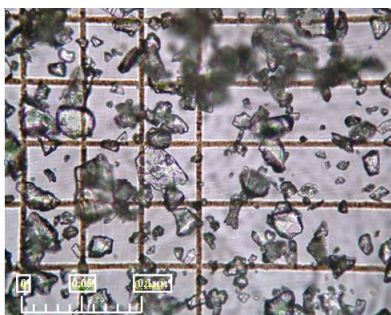


Рис. 5. Фрагмент мікроскопування суміші добавок ДЗБМ (йодобілкової) і «Неоселен» з використанням камери Горяєва

Для аналізу дисперсності обирали по 10 полів зору (мікроскопування) кожного зі зразків і визначили кількість частинок з обраним розміром. Інтегральну дисперсність зразків демонструє рис. 6, з якого видно, що зі збільшенням розміру частинок їх кількість зменшується. Фактично частинки з діаметром $d \approx 100 \times 10^{-6}$ м в полі зору відсутні.

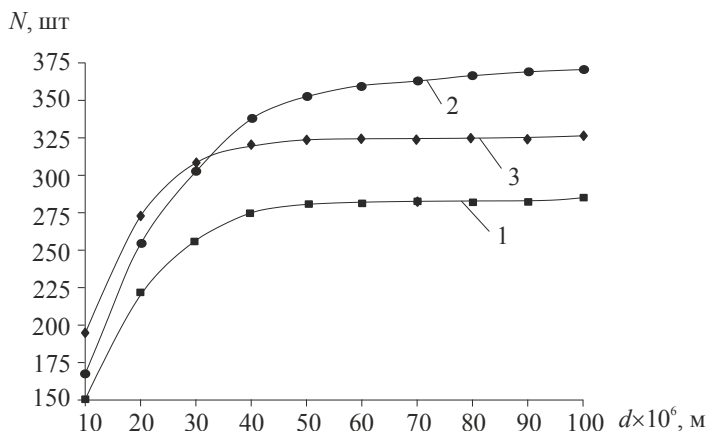


Рис. 6. Дисперсність добавок (інтегральна): 1 — ДЗБМ; 2 — «Неоселен»; 3 — суміш ДЗБМ і «Неоселен»

З метою деталізації аналізу дисперсності зразків отриманий інтегральний розподіл апроксимували функцією виду:

$$f(d) = a \cdot d^b \cdot \exp(c \cdot d), \quad (4)$$

де a , b , c — апроксимаційні коефіцієнти; d — середній діаметр частинки.

Дану функцію диференціювали за діаметром, у результаті чого отримали диференціальний розподіл частинок добавок за розміром (рис. 7).

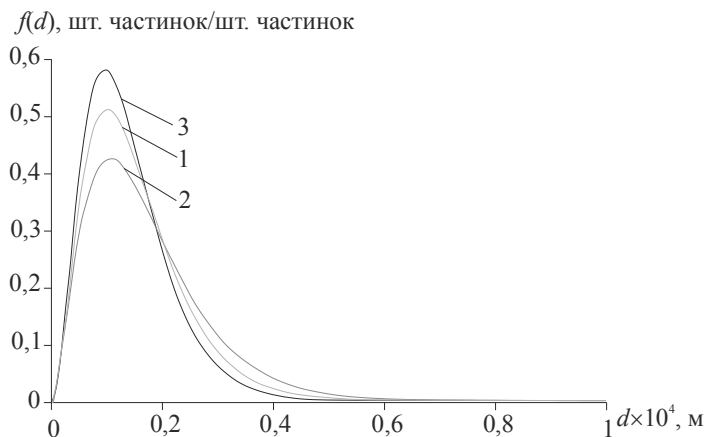


Рис. 7. Диференціальний розподіл частинок добавок за розмірами: 1 — ДЗБМ; 2 — «Неоселен»; 3 — суміш «Неоселен + ДЗБМ»

З рис. 7 видно, що найбільш імовірний розмір частинок досліджуваних зразків знаходиться поблизу величини $d = (10 \pm 1) \times 10^{-6}$ м. Проте відносна

кількість, а отже, й однорідність за розмірами найменша у добавки «Неоселен». Очевидно, це пов'язано зі структурно-механічними властивостями вихідних (до подрібнення) зразків: «Неоселен» має меншу хрупкість, при подрібненні у ступці таких зразків необхідними є більша тривалість та зусилля для подрібнення.

Крім того, суміш вихідних порошків (добавок) практично не змінює, у межах похибки, дисперсність, характерну для ДЗБМ. З цього випливає, що частинки ДЗБМ і «Неоселен» при такій дисперсності не утворюють стійких агломератів, тому функціонально-технологічні властивості такої суміші будуть визначатися відносною фізичною густиною частинок і питомою поверхнею контакту з навколишнім середовищем (рідиною, газами, твердими інгредієнтами). Таку суміш слід використовувати при збагачуванні емульсій, напоїв, мусів, соусів, у технологіях яких є операція інтенсивного перемішування.

Слід відзначити, що внесення суміші порошків (добавок) «Неоселен» і ДЗБМ у харчові системи, де згідно з технологією інтенсивне перемішування не передбачено, слід вважати неефективним через можливість нерівномірного розподілу добавок за об'ємом харчового продукту. Для зменшення такого ризику перспективним слід вважати змішування добавок з різним ступенем дисперсності й утворення агломератів змішуваних частинок, як це передбачено у математичній моделі, описаній вище.

Висновки

Результати математичного моделювання доводять, що у харчовій системі на 1 часточку добавки ДЗБМ діаметром 400 мкм припадає 150 часточок добавки «Неоселен» діаметром 15 мкм, що дозволяє зберегти співвідношення йоду та селену відповідно до добової потреби у готовій добавці.

Визначені основні принципи технології виробництва J-Se функціональної добавки у вигляді порошку для функціонування в технологіях харчових продуктів, збагачених мікронутрієнтами.

Література

1. Zhang J., Spallholz J.E. Toxicity of Selenium compounds and nano-Selenium particles, *Handbook of Systems Toxicology*. — # 1 (2011)/ — P. 4245—4259.
2. Benko I., Nagy G., Tanczos B., Ungvari E., Sztrik A., Eszenyi P., Prokisch J., Banfalvi G. Subacute toxicity of nano-Selenium compared to other Selenium species in mice, *Environmental Toxicology and Chemistry*. — Vol. 31. — #. 12 (2012). — P. 2812—2820.
3. Паньків В.І. Йододефіцитні захворювання: алгоритми діагностики, профілактики, лікування [Текст] / В.І. Паньків // *Здоров'я України*. — 2007. — № 5. — С. 52—53.
4. Коцур Н.І. Йододефіцит: сучасний стан проблеми та заходи подолання/ Н.І. Коцур, О.В. Міщенко // *Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. — 2008. — № 3. — С. 95—99.
5. Пат. 2142723 Росія, МПК А23L1/304, А61К33/18 Способ получения йодированной пищевой добавки / Т.Ф. Чиркина, Э.Б. Битуева, В.Б. Лузан, С.А. Ланцов. — № 2142723; Заявл. 18.11.1998; Опубл. 20.12.1999.
6. Декларативний пат. 2665 Україна, МПК А 61 К 33/18. Біологічно активна добавка «йод-фарм» / В.М. Луньов, В.І. Михайлюк (Україна). — № 2003098705; Заявл. 24.09.2003; Опубл. 15.07.2004. — Бюл. № 7.
7. Корзун В.Н. Пути предупреждения патологии щитовидной железы при действии радиации и эндемии // *Межд. журнал радиационной медицины*. — 2001. — № 1—2. — С. 214.

8. Пат. 2142723 Россия, МПК А23L1/304, А61К33/18 Способ получения йодированной пищевой добавки / Т.Ф. Чиркина, Э.Б. Битуева, В.Б. Лузан, С.А. Ланцов. — № 2142723; Заявл. 18.11.1998; Опубл. 20.12.1999.

9. Декларацийний пат. 10830 Україна, МПК А 61 К 33/04, 33/14, 33/38. Біологічно активна добавка «Відродження» з біоінформаційною сумісністю / Н.І. Яремчук (Україна). — № 200507075; Заявл. 18.07.2005; Опубл. 15.11.2005. — Бюл. № 11.

10. Декларацийний пат. 69128 Україна, МПК А 23 L 1/28, С 12 N 1/00, А 61 К 33/04. Спосіб отримання БАД з селеном і дріжджами / О.І. Данилова (Україна), С.П. Решта (Україна). — № 201110237; Заявл. 22.08.2011; Опубл. 25.04.2012. — Бюл. № 8.

11. Декларацийний пат. 14069 Україна, МПК А 61 К 33/04. Біологічно активна харчова добавка «Мінеральний комплекс з селеном «Селен Активний» / О.В. Василенко (Україна), І.М. Шамін (Україна). — № 20040503366; Заявл. 06.05.2004; Опубл. 15.05.2006. — Бюл. № 5.

12. Пат. на корисну модель 74157 Україна, МПК А23J 3/00 (2006.01), А61К 33/18 (2006.01). Спосіб одержання йодобілкового напівфабрикату / О.І. Черевко, М.П. Головка, М.Л. Серік, Т.М. Головка, М.П. Бакіров; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. — № u2012 01493; заявл. 13.02.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20. — 4 с.

13. Пат. 104883 Україна, МПК А23J 1/00, А61К 31/095. Спосіб одержання біологічно активної добавки «Неоселен» / Черевко О.І. (Україна), Головка М.П. (Україна), Применко В.Г. (Україна), Головка Т.М. (Україна). — № 2015 07794; Заявл. 05.08.2015; Опубл. 25.02.2016. — Бюл. № 4.

14. Наукове обґрунтування технології одержання йодобілкового напівфабрикату / М.П. Головка, М.Л. Серік, Т.М. Головка, М.П. Бакіров // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. — Донецьк: ДонУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2012. — Вип. 29, Т. 1. — С. 257—264.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА J-SE ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В ВИДЕ ПОРОШКА

Н.И. Погожих, Т.Н. Головка, В.В. Полупан, М.П. Бакиров, Л.А. Пархоменко
Харьковский государственный университет питания и торговли

В статье обоснована необходимость создания диетических добавок, являющихся носителями биологически активных форм йода и селена. Исследован дисперсионный состав добавки обогатительной белково-минеральной (йодобелковой) и добавки диетической селен-белковой «Неоселен». Приведены результаты математических расчетов и экспериментальных исследований по определению оптимальных соотношений размеров и количества добавок при их одновременном использовании в составе пищевых систем. Определены основные принципы технологии производства J-Se функциональной добавки в виде порошка для функционирования в технологиях пищевых продуктов, обогащенных микронутриентами, а также физико-технологические свойства йодо-селеновых функциональных добавок.

Ключевые слова: добавка, йод, селен, дисперсионный состав, йодо-селеновая функциональная добавка.

USING PROTEIN-FAT EMULSIONS FOR COOKED SAUSAGE PRODUCTION

N. Novgorodska, V. Blashchuk
Vinnytsia National Agrarian University

Key words:

*Protein-fat emulsion
Cooked sausage
Quality
Technology
Meat*

Article history:

Received 10.09.2016
Received in revised form
26.09.2016
Accepted 10.10.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Controlled use of protein-fat additives for sausage products allows normalizing total chemical and amino-acid composition, compensating the deviation in functional and technological properties of raw meat materials, freeing the part of high quality raw meat, improving the quality characteristics of finished products, decreasing cost price of products. The research results of the influence of replacing raw meat by KAT-PRO protein-fat emulsion product by 25% on the organoleptic quality parameters of boiled sausage products, as well as functional and technological properties of uncooked and termoprocessed mince are presented in this article. It was established that the replacement of 25% of raw meat by protein-fat emulsion with KAT-PRO allows increasing the finished production output for 2.5% without the impairment of organoleptic parameters.

ВИКОРИСТАННЯ БІЛКОВО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Н.В. Новгородська, В.В. Блащук
Вінницький національний аграрний університет

Спрямоване застосування білково-жирових добавок при виробництві ковбасних виробів надає можливість нормалізувати загальний хімічний і амінокислотний склади, компенсувати відхилення у функціонально-технологічних властивостях використання основної сировини, вивільнити частину високоякісної м'ясної сировини, поліпшити якісні характеристики готової продукції, знизити собівартість продукції, що виробляється. У статті висвітлено результати досліджень впливу на органолептичні показники якості варених ковбасних виробів і функціонально-технологічні властивості сирого фаршу й термообробленого продукту білково-жирової емульсії з Кат-про при заміні 25% м'ясної сировини. Встановлено, що заміна 25% м'ясної сировини на білково-жирову емульсію з Кат-про дає змогу підвищити вихід готової продукції на 2,5%, не погіршуючи при цьому органолептичні показники.

Ключові слова: білково-жирова емульсія, варені ковбаси, якість, технологія, м'ясо.

Постановка проблеми. Регулярне і повноцінне забезпечення організму всіма необхідними речовинами — найважливіша умова, від якої залежить стан здоров'я сучасної людини і здатність організму протистояти негативним факторам навколишнього середовища.

Ковбасні вироби користуються у населення особливою популярністю. Зріст обсягів виробництва ковбасних виробів обумовлений насамперед підвищенням попиту на них, а також збільшенням обсягів виробництва та імпорту сировини, з якої вони виготовляються.

Відомо, що якість м'ясних продуктів визначається як умовами зберігання, так і функціонально-технологічними властивостями продукту; кількісним і якісним складом залишкової мікрофлори, хімічним складом фаршу, консистенцією, вмістом коптильних речовин, значенням показника активної кислотності рН.

Приготування фаршу варених ковбасних виробів є одним із найважливіших процесів, що визначають якість і вихід продукту. В сучасному ковбасному виробництві, що характеризується великими обсягами та інтенсивною технологією, поряд з основною сировиною застосовують нем'ясні білкові препарати, що володіють високою харчовою цінністю, функціональними властивостями. Білки тваринного походження, плазма крові, молочні білки, ізольовані соєві білки забезпечують значне зниження витрати м'ясної сировини.

У даний час більшість м'ясопереробних підприємств, ковбасних цехів і м'ясокомбінатів відчувають брак вітчизняного м'ясної сировини, а сировина, що надходить з-за кордону, як правило, характеризується низькою якістю, тому з урахуванням зменшення ресурсів м'ясної сировини велике значення надається пошуку шляхів її економії та раціонального використання. Більшість м'ясопереробних підприємств відчувають труднощі, пов'язані не тільки з браком сировини, а й зі стабільністю її якості, особливо в процесі зберігання. Найчастіше в промислове виробництво надходить сировина нестандартної якості (наприклад, заморожене м'ясо тривалого терміну зберігання, з підвищеним вмістом жирової та сполучної тканини, м'ясо з ознаками PSE і DFD). У таких умовах виробники змушені не тільки постійно підтримувати якість продукції, що випускається, а й забезпечувати зниження її собівартості.

Залучення у виробництво вторинної сировини м'ясної промисловості сприяє вирішенню екологічних завдань, розширення асортименту продуктів харчування і поліпшення їх якості [1]. Низькосортна, в тому числі колагеновмісна сировина містить у значних кількостях цінний білок.

В останні роки в ковбасному виробництві використовуються також сухі білкові препарати, отримані зі сполучної тканини (в основному зі свинячої шкурки). За зовнішнім виглядом вони являють собою порошок світлого кольору із сірувато-жовтуватим відтінком.

Один з інструментів управління якістю та рентабельністю у виробництві варених ковбасних виробів полягає у використанні білково-жирових емульсій. Їх застосування сприяє зниженню витрати найбільш дорогої сировини — м'яса, що має певне соціальне значення. Відомо, що свиняча шкура становить 9—13% м'яса на кістках [3].

Відходи переробки свинячих шкур практично не знаходять застосування для харчових цілей [4]. Однак існує можливість використання цієї некондиційної колагеновмісної сировини, наприклад, для отримання препаратів, що володіють високими функціонально-технологічними властивостями.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, у тому числі патентів, показав, що в даний час склалися різні напрямки використання колагеновмісної сировини і її відходів, серед яких можна виділити отримання білково-жирових емульсій. Використання стабільних білково-жирових емульсій у виробництві ковбасних виробів представляє особливий інтерес також у зв'язку з підвищеною засвоюваністю організмом жирів у високодисперсному (емульсованому) стані [5].

Таким чином, спрямоване застосування білково-жирових добавок при приготуванні м'ясних систем дозволяє нормалізувати загальний хімічний і амінокислотний склади, компенсувати відхилення в функціонально-технологічних властивостях використання основної сировини, забезпечити залучення у виробництво харчових продуктів прототипів білково-жирової сировини і вивільнити частину високоякісної м'ясної сировини, поліпшити якісні характеристики готової продукції, знизити собівартість продукції, що виробляється.

Метою статті є дослідження якості варених ковбасних виробів з використанням білково-жирової емульсії (БЖЕ) з Кат-про, виробленої в ТОВ «ВІК» (торгова марка «Приборівські ковбаси» Липовецького району Вінницької області).

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження — технологія виробництва варених ковбас з високим вмістом жирної сировини. Предмет дослідження — білково-жирова емульсія, готові варені ковбаси (органолептичні дослідження, рН), функціонально-технологічні показники, а також показники якості і безпечності готового продукту.

Дослідження проводились на кафедрі харчових технологій і мікробіології Вінницького національного аграрного університету за такою схемою (табл. 1).

Таблиця 1. Схема досліджу

Група	Рецептура	Кількість ковбас для дослідження, кг	Показники, що досліджувалися
Контрольна	Ковбаса варена «Любительська» I сорту ДСТУ 4436: 2005 Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні	50	Органолептичні Хімічні Мікробіологічні
Дослідна	Ковбаса варена «Любительська» I сорту ДСТУ 4436: 2005 Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні (заміна 25% м'ясної сировини БЖЕ з Кат-про)	50	

Як контроль за традиційною технологією виробляли варену ковбасу I сорту «Любительську». Склад сировини наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Склад сировини для виготовлення ковбаси «Любительської»

Несолена сировина	кг на 100 кг
Свинина жилована нежирна	75
Шпик хребтовий	25
Прянощі і матеріали	г на 100 кг несоленої сировини
Цукор-пісок	100
Перець чорний і духмяний	60
Мускатний горіх	40
Сіль харчова	2500
Нітрит натрію	5

В отриманих фаршевих системах відзначали зміну органолептичних показників (зовнішнього вигляду, кольору, запаху, консистенції), зміну масової частки вологи, рН і величину втрат маси при термообробці.

Дослідження хімічного складу, якісних показників, органолептичних властивостей проводили за методиками, описаними в [2].

Результати і обговорення. Варені ковбаси готували за стандартною технологією, білково-жирову емульсію додавали перед додаванням у кутер жирної сировини і спецій. Закладка інгредієнтів у фарш проводилася в такій послідовності: свинина нежирна; розчин нітриту натрію; сіль; 1/3 води; білково-жирова емульсія; 2/3 води; спеції.

Далі досліджували функціонально-технологічні властивості отриманої композиції (табл. 3).

Таблиця 3. Функціонально-технологічні властивості сирого і термообробленого фаршу вареної ковбаси

Показник	Зразки	
	контрольний	дослідний
	Ковбаса варена «Любительська» I сорту	(заміна 25% м'ясої сировини БЖЕ з Кат-про)
	Сирий фарш	
рН	6,05	6,24
Вміст вологи, %	65,7	63,2
	Термооброблений продукт	
рН	6,2	6,42
Вміст вологи, %	60,5	58,5
Вихід, % до маси несоленої сировини	104,0	106,5

Результати свідчать, що при заміні м'ясої сировини білково-жировою емульсією у кількості 25% значення рН сирого фаршу і термообробленого продукту збільшується, що позитивно позначається на вологозв'язуючій і вологоутримуючій властивості білків м'яса.

Згідно з вимогами, що пред'являються до готової продукції, вміст вологи у варених ковбасних виробках не повинен перевищувати 60%. Як видно з табл. 3, ковбаса, приготована за класичною технологією, містить найбільшу кількість вологи з усіх досліджених зразків (60,5%), однак при цьому вихід готової продукції до маси несолоного сировини мінімальний (104%), при

введенні до рецептури білково-жирової емульсії вихід готової продукції збільшується до 106,5%, хоча вміст вологи в готовому продукті залишається в межах норми (60,0%).

Органолептична оцінка варених ковбас проводилась відповідно до ДСТУ 4436:2005. Так, ковбаса «Любительська» повністю відповідала I сорту і мала прямі батони, довжиною 45 см, з однією поперечною перев'язкою посередині. Вигляд фаршу на розрізі в усіх пробах мав світло-рожевий колір, був рівномірно перемелений, без порожнин і сірих плям, містив шматочки сала білого кольору розміром не більше 6 мм.

Загальну якісну оцінку ковбасних виробів встановлювали після проведення дегустації комісійно за дев'ятибальною шкалою з урахуванням основних показників: зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах і смак.

Ковбаси за зовнішнім виглядом і органолептичною оцінкою були визнані якісними, в умовах лабораторії досліджувались шляхом дегустації. Результати дегустаційної оцінки наведені в табл. 4.

Таблиця 4. Дегустаційна оцінка ковбас, ($M \pm m$, $n = 50$)

Найменування проб ковбас	Показники якості					
	зовнішній вигляд	вигляд на розрізі	запах	смак	консистенція	загальна оцінка, балів
Контрольний зразок	8,6±0,2	8,5±0,2	8,6±0,2	8,7±0,2	8,7±0,2	8,6±0,2
Дослідний зразок	8,5±0,2	8,6±0,2	8,5±0,2	8,4±0,1	8,6±0,2	8,5±0,2

Слід зазначити, що всі проби ковбас за органолептичними показниками були якісними. Більш високими показниками якості були оцінені контрольні зразки ковбаси «Любительська» із загальною оцінкою балів 8,6±0,2, тоді як дослідні зразки — 8,5±0,2.

Висновки

Порівняльний аналіз функціонально-технологічних властивостей фаршів вареної ковбаси «Любительська» I сорту з функціонально-технологічними властивостями фаршу, приготовленого із заміною 25% м'ясної сировини на білково-жирову емульсію з Кат-про, дозволяє підвищити вихід готової продукції на 2,5%. Заміна 25% м'ясної сировини на білково-жирову емульсію з Кат-про не погіршує органолептичні показники готової продукції.

Подальші дослідження будуть присвячені вивченню хімічного, мікробіологічного складу фаршів і визначенню вмісту важких металів.

Література

1. Антипова Л.В. Совершенствование технологии производства белкового стабилизатора / Л.В. Антипова, С.Е. Мишин // Мясная индустрия. — 2001. — № 12. — С. 29—31.
2. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясopодуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глогов, И.А. Рогов. — Москва: Колос, 2001. — 376 с.
3. Антипова Л.В. Проектирование предприятий мясной отрасли с основами САПР / Л.В. Антипова, Н.М. Ильина. — Москва: Колос, 2003. — 320 с.

4. Апраксина С.К. Разработка технологии белкового продукта из коллагенсодержащего сырья и его использование в производстве вареных колбасных изделий / С.К. Апраксина: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Москва: МГАПБ, 1996. — 28 с.

5. Гуринович Г.В. Функциональные мясные продукты / Г.В. Гуринович // Федеральный и региональный аспекты государственной политики в области здорового питания: тез. Международного симпозиума. — Кемерово, 2002. — С. 203—205.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВО-ЖИРОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.В. Новгородская, В.В. Блащук

Винницкий национальный аграрный университет

Направленное применение белково-жировых добавок при производстве колбасных изделий позволяет нормализовать общий химический и аминокислотный состав, компенсировать отклонения в функционально-технологических свойствах использования основного сырья, высвободить часть высококачественного мясного сырья, улучшить качественные характеристики готовой продукции, снизить себестоимость продукции. В статье показаны результаты исследований влияния белково-жировой эмульсии с Кат-про при замене 25% мясного сырья на органолептические показатели качества вареных колбасных изделий и функционально-технологические свойства сырого фарша и термообработанного продукта. Установлено, что замена 25% мясного сырья на белково-жировую эмульсию с Кат-про позволяет повысить выход готовой продукции на 2,5%, не ухудшая при этом органолептические показатели.

Ключевые слова: белково-жировая эмульсия, вареные колбасы, качество, технология, мясо.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CORN HYBRID GRAINS

N. Osokina, K. Kostetska

Uman National University of Horticulture

Key words:

Corn

Grits

Quality

Technological properties

Article history:

Received 18.09.2016

Received in revised form

27.09.2016

Accepted 17.10.2016

Corresponding author:

N. Osokina

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The results of the study of technological suitability of PR39B58 and DKS4685×1390 corn hybrid grains for the production of five-dimensional polished grits are presented. It is noted that technological processing of grain in the processing industry should be improved due to obtaining maximum endosperm and increasing the yield of quality grains. Physical and thermophysical properties of corn hybrid grains were studied depending on weather conditions of growing and features of their use. Patterns of the dynamics of grain technological parameters depending on the characteristics of grain hybrids were determined.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Н.М. Осокіна, К.В. Костецька

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати вивчення технологічної придатності зерна гібридів кукурудзи ПР39Б58 і ДКС4685×1390 для виробництва шліфованої п'ятиномерної крупи. Зазначено, що у переробній галузі технологічна обробка зерна повинна бути поліпшена в напрямку отримання максимального ендосперму, підвищення врожайності зернових високої якості. Вивчено фізичні й теплофізичні властивості зерна гібридів кукурудзи залежно від погодних умов вирощування й особливостей їхнього використання. Виявлено закономірності динаміки технологічних показників зерна залежно від особливостей гібриду.

Ключові слова: кукурудза, крупа, якість, технологічні властивості.

Постановка проблеми. Показники властивостей зерна можна розділити на дві групи: властивості, характерні для зерна даної культури, а також властивості, що змінюються в межах однієї культури. Технологічний процес переробки зерна необхідно вдосконалити в напрямку максимального отримання ендосперму, збільшення виходу продукту вищих сортів і поліпшення їхньої якості [1—5].

Дослідження придатності зерна певних сортів і гібридів для використання в переробній промисловості є новим. Придатність зерна для промисловості характеризується якістю його як сировини для переробки. Для зерна як сировини для переробки основне технологічне значення мають його біометрична характеристика, крупність і вирівняність зернової маси [1; 4].

Дослідження фізико-механічних властивостей зерна має не тільки теоретичне, а й практичне значення, тому що вказані властивості істотно змінюються залежно від погодних умов, технології вирощування та особливостей гібриду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудзу використовують як універсальну культуру на корм худобі, для продовольчих і технічних потреб (виробництва круп і борошна, харчового крохмалю та рослинної олії, меду й цукру, декстрину та етилового спирту тощо) [2; 3].

Основні ознаки, за якими кукурудза поділяється на підвиди, — форма й особливості поверхні зерна, розмір і внутрішня будова зерна. Систематики розрізняють дев'ять підвидів кукурудзи: кременисту, зубовидну, кременисто-зубовидну або напівзубовидну, крохмалисту або борошністу розпусну, цукрову, восковидну, крохмалисто-цукрову та плівчасту. Кременисту та напівзубовидну кукурудзу використовують при виробництві номерної крупи. Дрібну крупу для кукурудзяних паличок виготовляють, як правило, із зубовидної та напівзубовидної кукурудзи. Пов'язано це з тим, що для отримання необхідної кількості крупи велике значення має консистенція зерна — поєднання в ньому склоподібності та борошністості [1; 6].

Мета дослідження: встановити технологічну придатність зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58 та ДКС 4685×1390 для виробництва шліфованої п'яти-номерної крупи.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведено на кафедрі технології зберігання та переробки зерна Уманського НУС та виробничому комплексі фермерського господарства «Пролісок+» в с. Гранів Гайсинського р-ну Вінницької обл. упродовж 2012—2015 років. Для визначення властивостей зерна кукурудзи застосовували загальноприйняті методи: відбір проб [ГОСТ 13586.3-83 та ДСТУ 3355-96]; типовий склад [ГОСТ 10940-64]; визначення кольору, запаху та знебарвлення [ГОСТ 10967-90]; смітцевої, зернової та шкідливої домішок [ГОСТ 30483-97; ГОСТ 28419-97]; вологості [ДСТУ 4117:2007; ГОСТ 13586.5-93; ГОСТ 29305-92]; маси 1000 зерен [ГОСТ 10842-84]; склоподібності [ГОСТ 10987-76]; зараженості шкідниками [ГОСТ 13586.4-83; ГОСТ 28666.4-90]; об'ємної маси зерна [ГОСТ 10840-64]; розрахунок виходу готової продукції [7, 8]; фізико-механічні властивості зерна кукурудзи [9], оцінки якості крупи [ГОСТ 6002-69] та кулінарних властивостей каші за методикою П.В. Данильчука, Л.Р. Торжинської [10].

У зерні кукурудзи визначали лінійні розміри за методикою, описаною Г.А. Єгоровим [4]. Також у зерні кукурудзи визначали органолептичні, геометричні, фізичні показники якості; в кукурудзяній крупі — вихід крупи із зерна кукурудзи. Крім того, проводили оцінку якості кукурудзяної крупи та оцінку кулінарних властивостей крупи.

Виклад основних результатів дослідження. Геометрична характеристика зерна визначає його щільність при формуванні шару (пористість) та особливості переміщення зерна під час транспортування.

Для досліду відбирали по 10 середніх за розмірами зерен кукурудзи, проводили вимірювання їхніх розмірів. Показники геометричної характеристики зерна досить сильно варіюються.

Для характеристики геометричних особливостей зерна недостатньо вказати лише лінійні розміри. За середнім значенням лінійних розмірів зерна пшениці, тритикале, ячменю, проса та кукурудзи сортів, що досліджували, визначали значення об'єму, площі, сферичності, питомої поверхні зернівки, питомої й об'ємної маси, що відіграють важливу роль у процесах зволоження, нагріву й охолодження зерна, а також об'єм поверхневих шарів зернівки та масову частку крохмальної частини ендосперму, що характеризують можливий вихід крупи і борошна з такого зерна (табл. 1).

Як видно з даних, наведених у табл. 1, найбільші лінійні розміри визначено в зерні гібриду кукурудзи ПР39Б58 2015 р. вирощування, найменші — у зерні гібриду кукурудзи ДКС 4685×1390 2012 р. вирощування. Отримані у наших дослідженнях дані знаходяться в межах, наведених у літературних джерелах. Проте зерно кукурудзи гібриду ПР39Б58 має видовжену форму. Так, його довжина, ширина і товщина, відповідно, на 13,9, 6,2 і 6,0% перевищують відповіді середні дані, наведені у літературних джерелах, і на 11,4, 4,9, 7,0% — середні значення довжини, ширини й товщини гібриду кукурудзи ДКС 4685×1390.

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості зерна кукурудзи

Гібрид	Рік	Розмір, мм			Об'єм, V , мм ³	Сферичність, ϕ	Площа зовнішньої поверхні, F_3 , мм ²	Питома поверхня зернівки, F/V	Об'єм поверхневих шарів, $V_{п.ш.}$, мм ³	Масова частка крохмальної частини ендосперму, m_s , %	Питома маса, г/см ³	Об'ємна маса, кг/дм ³
		довжина, l	ширина, a	товщина, b								
ДКС 4685×1390	2012	10,30	7,60	4,50	176,10	0,65	234,20	1,30	15,22	81,3	1,20	0,74
	2013	10,70	7,80	4,80	200,30	0,66	252,10	1,26	16,39	81,8	1,19	0,75
	середнє	10,50	7,70	4,65	188,20	0,65	243,15	1,28	15,80	81,5	1,20	0,74
ПР39Б58	2014	11,90	7,90	4,60	216,20	0,63	274,07	1,27	17,81	81,8	1,18	0,70
	2015	11,80	8,30	5,40	264,44	0,60	309,33	1,17	20,11	82,4	1,14	0,70
	середнє	11,85	8,10	5,00	240,32	0,61	291,70	1,22	18,96	82,1	1,16	0,70
За даними джерел літератури*	5,50—	5,00	2,50	167,00	0,58	192,40	1,00	12,51	78—90	1,16	0,68—	0,82
	13,50	—	—	—	—	—	—	—		—		
		11,50	11,50	232,00	0,80	243,40	1,40	15,82		1,23		
	10,20	7,60	4,70	180,40	0,68	228,00	1,10	14,82	81,8	-	0,73	
<i>НІР₀₅</i>		0,56	0,40	0,24	10,70	0,03	13,37	0,06	0,88	4,09	0,06	0,04

Примітка. * — за даними [8; 13; 14]: над рискою — межі; під рискою — середнє значення.

Площа зовнішньої поверхні та об'єм зернівки кукурудзи гібридів ДКС 4685×1390 і ПР39Б58 перевищують середні значення на 4—6% та 22—25% відповідно. Величина сферичності зерна кукурудзи гібридів, що досліджували, дещо поступались середнім значенням і становили 0,60—0,66. Це характеризує зерно кукурудзи гібридів ПР39Б58 і ДКС 4685×1390 як таке, що вирізняється видовженою формою.

Питому поверхню зернівки встановлювали за відношенням F/V . Цей показник має виключно важливе значення в зерносушінні, оскільки від нього залежить інтенсивність теплообміну та дифузія вологи в зерні. Значення даного показника для зерна кукурудзи — 1,17—1,30, що перевищує середні показники, наведені у літературі (табл. 1). Очевидно, що зі зменшенням крупності зерна знижується значення співвідношення об'єму і площі зовнішньої поверхні; отже, у дрібного зерна має бути більш високий вміст оболонки і менший вміст ендосперму.

Крім того, крупи та борошно отримують за рахунок ендосперму, а оболонка, алейроновий шар і зародок повинні направлятися в побічні продукти та відходи, тому важливо отримати відомості про вміст ендосперму в зерні даної партії та об'єм поверхневих шарів зернівки, щоб скласти прогноз щодо можливого виходу продукту.

Шляхом розрахунків встановлено найбільшу масову частку крохмальної частини ендосперму в зерні кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 2013 р. та ПР39Б58 2014 р. на рівні 81,8% (табл. 1). Більш цінним для переробки є зерно кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390, оскільки воно має низький об'єм поверхневих шарів — 15,22—16,39 мм³, тоді як гібрид ПР39Б58 — на 17% більше (табл. 1).

Форма та лінійні розміри зерна впливають на вибір сит сепараторів, а також на характеристику лушпильних машин. Крім того, геометрична характеристика зерна визначає його щільність при формуванні шару і особливості переміщення зерна під час транспортування. Відмінні від середніх значень показники форми зерна впливають на шпаруватість, кут природного укусу та кут тертя. Чим більші геометричні розміри зерна, тим більший кут укусу, що має позитивний вплив на самотік зерна при його транспортуванні по самопливних трубах. Через складність структури технологічних процесів для круп'яних заводів характерна значна протяжність шляхів обробки зернових продуктів, яка сягає, для середніх за потужністю заводів, кількох кілометрів у машинах і різних механізмах.

Найбільше значення об'ємної маси визначено в зерні кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 — 0,74 кг/дм³. Питома маса (щільність) зерна у комплексі характеризує хімічний склад, структуру, виповненість, твердість, міцність, стиглість зерна і великою мірою впливає на врожайні властивості. Найбільшу питому масу мають крохмаль і мінеральні речовини, тому зі збільшенням їхньої частки зростає щільність зернівки, і, навпаки, підвищення кількості білка та ліпідів знижує щільність зерна. Питома маса зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 — 1,20 г/см³, що на 3% переважає середнє значення гібриду ПР39Б58.

Якість готової продукції безпосередньо залежить від якості сировини. Проведення дослідження з якості зерна показало, що зразки мають запах і смак, властиві культурі. Технологічні властивості зерна — це сукупність ознак і показників його якості, що характеризують стан зерна в технологічних процесах переробки й впливають на вихід і якість продукту. В табл. 2 наведено порівняльну характеристику технологічних властивостей зерна кукурудзи гібридів ДКС 4685×1390 і ПР39Б58 різних років вирощування.

Таблиця 2. Характеристика і норми якості зерна кукурудзи

Показник	Фактична якість зерна гібриду кукурудзи						НП ₀₅	Допустима норма якості за ДСТУ 4525:2006 (2 клас-круп, борошно) [16]
	ДКС 4685×1390			ПР39Б58				
	рік							
	2012	2013	середнє	2014	2015	середнє		
Типовий склад	VII тип			III тип			-	I–VIII типи
Вологість, %	14,8	14,9	14,8	14,8	13,8	14,3	0,73	не більше 15,0
Зернова домішка, %, зокрема:	3,5	3,1	3,3	5,3	5,3	5,3	0,22	не більше 7,0
пошкоджені зерна	0,8	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9	0,04	1,0
пророслі зерна	-						-	2,0
Сміттєва домішка, %, зокрема:	1,4	1,1	1,3	1,9	1,6	1,8	0,08	не більше 2,0
зіпсовані зерна	0,8	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,03	не більше 1,0
мінеральна	-	0,1	0,05	-	-	-	-	0,3
шкідлива	-	0,1	0,05	-	-	-	-	0,2
Зараженість шкідниками	не виявлено						-	не дозволено, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня
Маса 1000 зерен, г	214,8	240,4	227,6	255,1	301,4	278,3	12,65	210—360*
Натура, г/л	737	746	740	700	700	700	36,00	680—820*

Примітка. * — за даними джерел літератури [8].

Зерно гібридів кукурудзи відповідає типовому складу [17], що підтверджує їхню придатність до переробки в крупу. Результати дослідження якості зерна показали, що дані гібриди відповідають встановленим нормам якості. Вологість зерна кукурудзи становить 13,8—14,9%, що на 0,1—1,2% менше за допустиму межу вологості.

Відповідність вмісту домішок нормам якості свідчить про досконале очищення зерна кукурудзи. Загальний вміст сміттєвої домішки в зерні кукурудзи гібридів ДКС 4685×1390 і ПР39Б58 менший за норми допуску на 35 і 10%, тоді як зіпсованих зерен — на 30 і 40% відповідно. У свою чергу, зернова домішка в зерні вказаних гібридів, в середньому за роки дослідження, складає 3,3 та 5,3%, а пошкоджені зерна — 0,6 і 0,9% відповідно, що входить у допустимі норми.

У зерні кукурудзи гібриду ПР39Б58 не було виявлено пророслих зерен, а також мінеральних і шкідливих домішок, тоді як у зерні гібриду ДКС 4685×1390 2013 р. вирощування визначено по 0,1% мінеральної і шкідливої домішок, що знаходиться в межах допуску.

У досліджуваних зразках зерна не було виявлено шкідників різних видів, які пошкоджують зерно під час зберігання. При зростанні склоподібності спостерігається вищий вміст білка та кращі технологічні властивості. Вихід крупи з високосклоподібних зерен більший. Склоподібність зерна кукурудзи досліджуваних гібридів близько 30%, що відповідає борошністому ендосперму.

Маса 1000 зерен кукурудзи гібриду ПР39Б58, в середньому за роки дослідження, становила 278,3 г (із перевагою зерна 2015 р. врожаю), тоді як гібриду ДКС 4685×1390 — 227,6 г (із перевагою зерна 2013 р. врожаю). Натура ж зерна кукурудзи вказаних гібридів становила 700—750 г/л.

За оцінкою круп із зерна кукурудзи порівняно зі стандартами встановлено відповідність органолептичних властивостей нормам для крупи кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної за всіма показниками якості (табл. 2).

У табл. 3 наведено органолептичний аналіз круп кукурудзяних шліфованих п'ятиномерних, що були отримані із зерна кукурудзи гібридів ДКС 4685×1390 і ПР39Б58 різних років вирощування.

Таблиця 3. Органолептична оцінка крупи кукурудзяної (2012—2015 рр.)

Показник	Кукурудзяна крупа із зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58 і ДКС 4685×1390	Норми якості для кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної крупи (ГОСТ 6002-69) [17]
Колір	Яскраво-жовтий. Наявна певна кількість домішок інших відтінків	Жовтий різних відтінків
Запах	Властивий кукурудзяній крупі, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	
Смак	Властивий кукурудзяній крупі, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	

Отримана нами крупа мала яскраво-жовтий колір із невеликою кількістю крупинок інших відтінків, властивий кукурудзяним крупам смак і запах, без сторонніх присмаків і запахів.

Крупа кукурудзяна всіх номерів — це зашліфовані частинки ядра кукурудзи без плодових оболонок. Якість крупи кукурудзяної визначається багатьма показниками, за якими її поділяють на п'ять номерів. У табл. 4 наведено характеристику та норми якості кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної крупи із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 різних років вирощування.

Таблиця 4. Характеристика і норми якості кукурудзяної крупи із зерна гібриду ДКС 4685×1390

Найменування показника	Крупа шліфована п'ятиномерної (ГОСТ 6002-69) [17]	Крупа із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390			
		2012 р.	2013 р.	середнє	НІР ₀₅
1	2	3	4	5	6
Вологість, %, не більше	14,00	13,70	13,90	13,8	0,70
Зародок, %, не більше	3,00	-			
Зольність, %, не більше (для круп № 4, 5)	0,95	0,74	0,77	0,76	0,04
Мучка, %, не більше: для круп № 5 для інших видів	1,50 1,00	1,20 1,00	1,20 1,00	1,20 1,00	0,06 0,04

Продовження табл. 4.

1	2	3	4	5	6
Сміттєва домішка, %, не більше у т.ч.: мінеральні, %	0,05	0,04	0,01	0,03	0,001
	не допускаються				
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг, не більше	3,00	0,50	1,30	0,9	0,05
Зараженість шкідниками хлібних запасів, од. живих екземплярів	не допускається				
	не виявлено				

Нами визначено, що за всіма показниками якості досліджена кукурудзяна крупа відповідає показникам якості. Вміст сміттєвої домішки в крупі 2013 р. становить 0,01%, що в 4 рази менше за кількість даної домішки в зерні 2012 р. та в 5 разів — за встановлені вимоги. Вологість крупи при значенні 13,7—13,9% менша за максимальну межу допуску на 0,1—0,3%.

У зразках крупи із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 було визначено металомагнітну домішку в кількості 0,5—1,3 мг/кг, що входить в межі допуску.

Під час виробництва круп кукурудзяних відібрано 1,2% мучку з крупи № 5 та 1,0% з інших видів круп. У досліджуваних зразках крупи із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 не було виявлено мінеральної домішки та шкідників різних видів, які пошкоджують зерно під час зберігання.

Погодні умови мали суттєвий вплив на величину сміттєвої та металомагнітної домішок. В табл. 5 наведено порівняльну характеристику та норми якості кукурудзяних шліфованих круп п'яти номерів із зерна кукурудзи гібриду ПР39Б58 різних років вирощування.

Таблиця 5. Характеристика і норми якості кукурудзяної крупи із зерна гібриду ПР39Б58

Найменування показника	Крупа шліфована п'ятиномерна (ГОСТ 6002–69) [17]	Рік	Крупа із зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58						
			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	HIP ₀₅	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Вологість, %, не більше	14,00	2014	13,8	13,8	13,4	13,4	13,4	8	0,72
		2015	12,8	12,8	12,3	12,3	12,3	12,3	0,60
		середнє	13,3	13,3	12,9	12,9	12,9	-	-
		HIP ₀₅	0,68	0,68	0,66	0,66	0,66	-	-
Зародок, %, не більше	3,00	2014	-						
		2015							
		середнє							
Зольність, %, не більше (для круп № 4, 5)	0,95	2014	-	-	-	0,63	0,62	0,03	
		2015	-	-	-	0,63	0,62	0,03	
		середнє	-	-	-	0,63	0,62	-	
		HIP ₀₅	-	-	-	0,03	0,03	-	
Мучка, %, не більше: для круп № 5	1,50	2014	-	-	-	-	1,2	-	
		2015	-	-	-	-	1,2	-	
		середнє	-	-	-	-	1,2	-	
		HIP ₀₅	-	-	-	-	0,06	-	
для інших видів	1,00	2014	1,0	1,0	1,0	1,0	-	0,01	
		2015	1,0	1,0	1,0	1,0	-	0,01	
		середнє	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	
		HIP ₀₅	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сміттєва домішка, %, не більше	0,05	2014	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,002
		2015	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,002
		середнє	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	-
		<i>НІР₀₅</i>	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	-
у т.ч.: мінеральні, %	не допускаються	2014	-					
		2015						
		середнє						
Металомагнітна домішка, мг на 1кг, не більше	3,00	2014	0,7	0,8	0,8	1,6	1,6	0,06
		2015	0,7	0,8	0,8	1,6	1,6	0,06
		середнє	0,7	0,8	0,8	1,6	1,6	-
		<i>НІР₀₅</i>	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	-
Зараженість шкідниками хлібних запасів, од. живих екземплярів	не допускається	2014	не виявлено					
		2015						
		середнє						

Нами визначено (табл. 5), що за всіма показниками якості досліджена кукурудзяна крупа відповідає показникам якості. Так, вміст сміттєвої домішки в крупі шліфованій різних номерів у середньому становив 0,04%, що на 20% менше за встановлені вимоги, вологість крупи всіх номерів, за значень 12,3—13,8% менша за межу допуску на 1,4—12,1%.

Визначено менший вміст сміттєвої домішки, а також нищу вологість у крупах більших номерів, що мають менші розміри крупинок. Номер крупи мав суттєвий вплив на величину металомагнітної домішки, тоді як погодні умови року вирощування — на величину вологості всіх номерів круп, а також сміттєвої домішки лише для крупи № 3 (табл. 5). У досліджуваних зразках крупи із зерна кукурудзи гібриду ПР39Б58 не було виявлено мінеральної домішки та шкідників різних видів.

При оцінці кулінарних властивостей круп визначали коефіцієнт розварювання, тривалість варіння, колір, смак, запах, консистенцію. Коефіцієнт розварюваності крупи із зерна кукурудзи становить 4,0. Кулінарні властивості крупи із зерна гібриду кукурудзи ДКС 4685×1390 наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Кулінарні властивості крупи кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної № 3 із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390

Показник	Органолептична						Коефіцієнт значущості
	характеристика каші			оцінка каші, бал			
	рік						
	2012	2013	середнє	2012	2013	середнє	
Смак	типовий, яскраво виражений			5	5	5	8
Запах	типовий, яскраво виражений			5	5	5	5
Консистенція	типова, однорідна, слабо розсипчаста			4	4	4	4
Колір	типовий, з неоднорідними частинками			4	4	4	3
Коефіцієнт розварювання	4,2	4,2	4,2	-			
Час варіння каші, хв	61	62	61,5				
Разом				93	93	93	-

Крупа кукурудзяна відмінної якості з типовими, яскраво вираженими для даної крупи смаком і запахом, без сторонніх неприємних присмаків і запахів. Консистенція каші з крупи кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної — типова, з наявністю неоднорідних частинок, колір — типовий, але зустрічалися неоднорідні за кольором частинки (табл. 6).

Визначивши кулінарні властивості кукурудзяної крупи шліфованої п'ятиномерної № 3 із зерна кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 встановили, що:

- коефіцієнт розварюваності становить 4,2.

- час варіння каші — 61,5 хв (зазвичай близько 1 год);

- за 100-бальною шкалою кашу оцінено в 93 бали, на зниження кількості балів вплинула консистенція та колір каші.

Порівняльну оцінку кулінарних властивостей круп п'яти номерів із зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58 наведено в табл. 7.

Таблиця 7. Кулінарні властивості крупи кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної із зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58 (середнє значення за 2014—2015 рр.)

Показник	Органолептична										Коефіцієнт значущості				
	характеристика каші					оцінка каші, бал									
	№ крупи														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Смак	типовий, яскраво виражений					5	5	5	5	5	8				
Запах	типовий, яскраво виражений					5	5	5	5	5	5				
Консистенція	типова, однорідна, слабо розсипчаста					4	4	4	3	3	4				
Колір	типовий, з неоднорідними частинками					4	4	4	4	4	3				
Сума балів	відмінна — не менше 90 балів					93	93	93	89	89	-				
Коефіцієнт розварюваності	3,8	3,8	4,1	4,1	4,1	-									
Час варіння каші, хв	85	71	52	45	42										

Визначивши кулінарні властивості крупи кукурудзяної встановили, що:

- коефіцієнт розварюваності каші становить 3,8—4,1, що не виходить за межі стандартних показників (близько 4,0);

- час варіння каші — 42—85 хв (зазвичай близько 1—2 год);

- структура каші характеризується слабкою розсипчастістю;

- смак і запах властиві каші з кукурудзяної крупи;

- колір каші типовий, але зустрічаються неоднорідні за кольором частинки;

- за 100-бальною шкалою кашу оцінено на 89—93 балів, на зниження кількості балів вплинула консистенція та колір каші.

Визначено менший коефіцієнт розварюваності, довший час варіння та вищу органолептичну оцінку в крупах менших номерів, що мають більші розміри крупинок.

Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Зерно кукурудзи гібридів ПР39Б58 і ДКС 4685×1390 вирізняється видовженою формою. Це слід використовувати при підготовці зерна до пере-

робки, а також при підборі сит, машин і швидкості обертання їхніх робочих органів.

Спостерігалась тенденція зміни геометричних характеристик зерна гібридів кукурудзи під впливом погодних умов року дослідження. Істотну різницю за фізичними показниками зерна різних років вирощування зафіксовано в зерні кукурудзи гібриду ДКС 4685×1390 — товщини, об'єму, площі зовнішньої поверхні; ПР39Б58 — товщини, об'єму, площі зовнішньої поверхні й об'єму поверхневих шарів зернівки. Більші лінійні розміри визначено в зерні кукурудзи гібриду ПР39Б58.

Зерно кукурудзи гібридів ДКС 4685×1390 і ПР39Б58 має виражені особливості роду та гібриду, відповідає вимогам за зовнішніми геометричними показниками, об'ємом, площею зовнішньої поверхні, сферичністю, питомою і об'ємною масою, об'ємом поверхневих шарів зернівки та масовою часткою крохмальної частини ендосперму, що свідчить про його придатність для переробки.

2. Технологічні властивості зерна кукурудзи достатньо високі. Вологість зерна, вміст сміттєвих і зернових домішок знаходяться в межах допустимих норм.

3. Вихід крупи кукурудзяної із зерна гібридів ДКС 4685×1390 2012 р. і ПР39Б58 2014 р. становить 37%, тоді як із гібридів ПР39Б58 2015 р. і ДКС 4685×1390 2013 р. — 41%, за базисної норми виходу — 40%.

4. Крупа кукурудзяна відмінної якості з типовими, яскраво вираженими для даної крупи смаком і запахом, без сторонніх неприємних присмаків і запахів. Консистенція каші з крупи кукурудзяної шліфованої п'ятиномерної — типова, з наявністю неоднорідних частинок, колір — типовий, але зустрічалися неоднорідні за кольором частинки. На зниження їхньої якості вплинули вплинула консистенція та колір каші.

Визначено менший коефіцієнт розварюваності, довший час варіння та вищу органолептичну оцінку в крупах менших номерів, що мають більші розміри крупинок.

Література

1. Мерко І.Т. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна / І.Т. Мерко, В.А. Моргун. — Одеса, 2001. — 207 с.
2. Лихочвор В.В. Рослинництво: навчальний посібник / В.В. Лихочвор. — Київ: Центр навчальної літератури, 2004. — 816 с.
3. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов (3-е переработаное и дополненное издание) / Е.Д. Казаков, Г.П. Каприленко // Зерновое хозяйство. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. — 512 с.
4. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров. — Воронеж: ВГУ, 2000. — 348 с.
5. Савчук Н.Т. Технохімічний контроль продукції рослинництва / Н.Т. Савчук, Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька. — Київ Арістей, 2005. — 83 с.
6. Осокіна Н.М. Технологічна оцінка зерна пшениці та тритикале для круп'яного виробництва / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька // Вісник Уманського НУС. — Умань, 2015. — № 2. — С. 28—33.
7. Крошко Г.Д. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах / Г.Д. Крошко, В.І. Левченко, Л.Д. Щабельська. — Київ: ВПОЛ, 1998. — 164 с.

8. Каминский В.Д. Производство крупы / В.Д. Каминский, Н.В. Остапчук. — Киев: Урожай, 1992. — 61 с.
9. Остапчук М.В. Системні методи визначення характеристик зернових мас / М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич, Г.А. Гончарук // Хранение и переработка зерна. — 2005. — № 11. — С. 31—34.
10. Данильчук П.В. Оценка качества зерна в хозяйствах и на хлебоприемных предприятиях: справ. / П.В. Данильчук, Л.Р. Торжинская. — Киев: Урожай, 1990. — 174 с.
11. Осокіна Н.М. Технологічні властивості зерна гібриду кукурудзи / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька, Я.В. Євчук // Продовольча індустрія АПК. — Київ, 2014. — № 4. — С. 25—29.
12. Остапчук М.В. Системні методи визначення характеристик зернових мас / М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич, Г.А. Гончарук // Хранение и переработка зерна. — 2005. — № 11. — С. 31—34.
13. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демський, М.А. Борискін. — Москва: Колос, 1989. — 304 с.
14. Зверев С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки. — Москва: ДеЛипринт, 2007. — 176 с.
15. Айзикович Л.С. Физико-химические основы технологии производства крупы. — Москва: Колос, 1975. — 239 с.
16. ДСТУ 4525:2006. «Кукурудза. Технічні умови» із змінами № 1 — № 326 від 12.09.2009. — Київ: Держспоживстандарт України, 2009. — 21 с.
17. ГОСТ 6002-69. Крупа кукурузная. Технические условия. — Москва: ИПК. Издательство стандартов, 1969. — 7 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Н.М. Осокіна, Е.В. Костецкая

Уманский национальный университет садоводства

В статье приведены результаты изучения технологической пригодности зерна гибридов кукурузы ПР39Б58 и ДКС4685×1390 для производства шлифованной пятиномерной крупы. Отмечено, что в перерабатывающей отрасли технологическая обработка зерна должна быть улучшена для получения максимального эндосперма и повышения урожайности зерновых высокого качества. Изучены физические и теплофизические свойства зерна гибридов кукурузы в зависимости от погодных условий выращивания и особенностей их использования. Выявлены закономерности динамики технологических показателей зерна в зависимости от особенностей гибрида.

Ключевые слова: кукуруза, крупа, качество, технологические свойства.

IMPROVING THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF OIL EXTRACTION

L. Kolianovska

Vinnitsia National Agrarian University

Key words:

*Rapeseed oil
Soybean oil
Extraction
Intensity of mass transfer
Mathematical model
Extractor with
microwave intensifier*

Article history:

Received 28.09.2016
Received in revised form
03.10.2016
Accepted 23.10.2016

Corresponding author:

L. Kolianovska
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article is devoted to the intensification of extraction process of soybean and rapeseed oil production from the industrial seeds under the action of microwave field. The influence and recommended parameter indications for maximum extraction of the main component under the electromagnetic interference were researched. The experimental methods of modeling have been used for obtaining the diffusion mass impact coefficients and summarizing the experiment results of extracting oil from rapeseed and soybean under microwave field. The importance of mass impact coefficients according to the extracting conditions has been proved. The ratio of the dimensionless similarity numbers was determined to calculate the intensity of mass transfer in the extractor with microwave intensifiers. The methods of engineering calculation of the extractor with solenoid intensifier and technological scheme of the process have been obtained.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРАКЦІЙНИХ ОЛІЙ

Л.М. Коляновська

Вінницький національний аграрний університет

У статті досліджено інтенсифікацію процесу екстрагування олії з насіння промислового призначення сої та ріпаку дією мікрохвильового поля. Досліджено вплив і визначено рекомендовані показники факторів для максимального виділення цільового компонента при електромагнітному впливі. Розроблено методи експериментального моделювання, що дають змогу визначити коефіцієнти дифузії та масовіддачі, а також узагальнити результати експериментів екстрагування олії з насіння ріпаку та сої під впливом мікрохвильового поля. Визначено значення відповідних до умов проведення екстрагування коефіцієнтів масовіддачі, а також співвідношення в безрозмірних числах подібності для розрахунку інтенсивності масоперенесення в екстракторі з мікрохвильовим інтенсифікатором. Розроблено методіку інженерного розрахунку екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором і технологічну схему процесу.

Ключові слова: ріпакова олія, соєва олія, екстрагування, інтенсивність масо-перенесення, математична модель, екстрактор з мікрохвильовим інтенсифікатором.

Постановка проблеми. Олійно-жирова галузь у нашій країні посідає провідне місце в агропромисловому комплексі, що пов'язано із широким впровадженням у харчову промисловість досягнень науки і техніки, інтенсифікацією виробництва і високим попитом світового ринку.

Виробництво рослинних олій — одна з провідних галузей харчової промисловості країни. Основною її продукцією є рослинні олії — харчові та технічні. Харчові рослинні олії складають, поряд з іншими продуктами, основу раціонального харчування людини. Їх використовують в їжу як у чистому (незміненому) вигляді, так і у вигляді продуктів переробки: маргарину, кухонного жиру, майонезу тощо.

Технічні олії служать для приготування мила і миючих засобів — побутових і технічних, а також окислених олій, що використовуються для вироблення оліфи, лаків, фарб і біодизельного палива. Окремі види рослинних олій використовують для приготування мастильних засобів спеціального призначення, розчинників для лікарських препаратів, у виробництві косметичних товарів.

У виробництві рослинної олії завдання створення ресурсозберігаючих процесів, високоефективного устаткування та ліній доречно розглядати, поперше, з точки зору удосконалення існуючих процесів, обладнання, агрегатів, установок і ліній, а також оптимізації конструктивно-технологічних параметрів; по-друге, розробки нових ресурсозберігаючих процесів, обладнання і ліній [1—9].

Основними способами отримання рослинних олій є віджим (пресування) і екстрагування (органічними розчинниками або зрідженим вуглекислим газом).

Пресовим способом неможливо домогтися повного знежирення макухи. На частинках макухи, яка виходить з преса, завжди залишаються тонкі шари олії, що утримуються великими поверхневими силами, які у багато разів перевищують тиск, що розвивається в сучасних пресах. Після пресів з максимальним вилученням олії олійність макухи залишається на рівні 4...7%, а після форпресів макуха має олійність 15...17% [1—9]. Екстрагування — спосіб, який забезпечує максимально повне вилучення олії, заснований на властивості деяких речовин розчиняти в собі жири. Це більш сучасний спосіб порівняно з пресуванням.

Процес екстрагування рослинних олій проводять способом занурення екстрагованого матеріалу в рухомий розчинник або способом ступеневого зрошення розчинником протитечевого перемішуваного оброблюваного матеріалу. Інші способи екстрагування поширені менше [1—9].

Незважаючи на сучасний рівень екстракційних апаратів конструкцій (вертикально-шнекових, стрічкових, вежових, кошикових, двоярусних роторних карусельних, ротаційних тощо), їх технічні показники все ж потребують удосконалення.

Недоліками способу занурення, при якому використовують конструкції вертикально-шнекового і вежового екстрактора, є низькі концентрації кінце-

вих місцел (15—20%); відносно високий вміст домішок у місцелі і пов'язана з цим складність системи фільтрації; великі розміри екстракторів за висотою; можливість вимивання і винесення з місцелою часток екстрагованого матеріалу і його спливання, тоді як щільність матеріалу нижча за щільність кінцевих місцел [1—9].

Недоліками способу ступеневого зрошення (перколяційного), з використанням конструкції стрічкового екстрактора, є невисокий коефіцієнт використання геометричного об'єму екстрактора (не вище 45%); можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій сумішів парів розчинника та повітря всередині апарата; складні комунікації циркуляційної системи розчинника й місцели і велика кількість насосів; складна кінематична схема приводу апарата [1—9].

Також технологічні схеми екстракційного вилучення олій є складними і непридатними для невеликих підприємств, оскільки обладнання, що застосовується, металоємне, ресурсозатратне, вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а традиційні розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними.

За кількістю викидів теплоти, газових і водяних стоків у навколишнє середовище комбінати з отримання рослинних олій потребують необхідності пошуків нових технологій, які зменшать шкідливість впливу на екологію і модернізують процес вилучення олій. Допоможе в цьому розумне застосування сучасних уявлень, принципів і способів для комплексного вирішення вищезазначених проблем у виробництві рослинних олій. Важливим кроком на шляху до цього є вивчення процесу екстрагування, в результаті якого отримують олії з використанням властивостей досліджуваних об'єктів.

Мета дослідження: інтенсифікація процесу екстрагування олій, зниження енерговитрат при збільшенні її виходу під впливом мікрохвильового опромінення.

Виклад основних результатів дослідження. Дослідження кінетики екстрагування насіння сої та ріпаку, описані в [10; 11], показали, що при порівнянні інтенсивності дії розчинників під впливом мікрохвильового опромінення та без нього, з температурним режимом кипіння розчинників, інтенсифікуюча дія етилового спирту при екстрагуванні в МХ полі в 1,5 раза більша, ніж при кипінні без впливу поля. Це пояснюється полярністю етилового спирту й основного впливу в процесі масоперенесення числа енергетичної дії, числа Бурдо, на противагу неполярному гексану. Дані показники надають можливість у подальшому для використання при екстрагуванні олій із сої та ріпаку в умовах мікрохвильового поля віддавати перевагу полярному, нетоксичному, більш безпечнішому (порівняно з гексаном) розчиннику — етиловому спирту, тому в запропонованій технологічній схемі для роботи невеликих виробництв з екстрагування олієвмісної сировини рекомендовано як розчинник етиловий спирт. У даній схемі також передбачається видобування олій нерафінованої без процесу дезодорації, який проводиться при температурі 210—240 °С і є необхідним для вилучення парів бензинів при традиційних технологіях. Уникнення «агресивних» температур для біологічно-активних речовин шляхом використання розчинника етило-

вого спирту надасть можливість зберегти натуральний смак та аромат, притаманний даній сировині, а також досягти максимального наближення до природного вмісту кількості видобутих складових вітаміну Е — токоферолів в отриманих зразках олії. Технологічна схема запропонована на основі теоретичних і практичних досліджень.

Основними елементами технологічної схеми є екстрактор з електромагнітним інтенсифікатором, випарна установка, ректифікаційна колона, сушарка, відстійник, випарник (рис. 1).

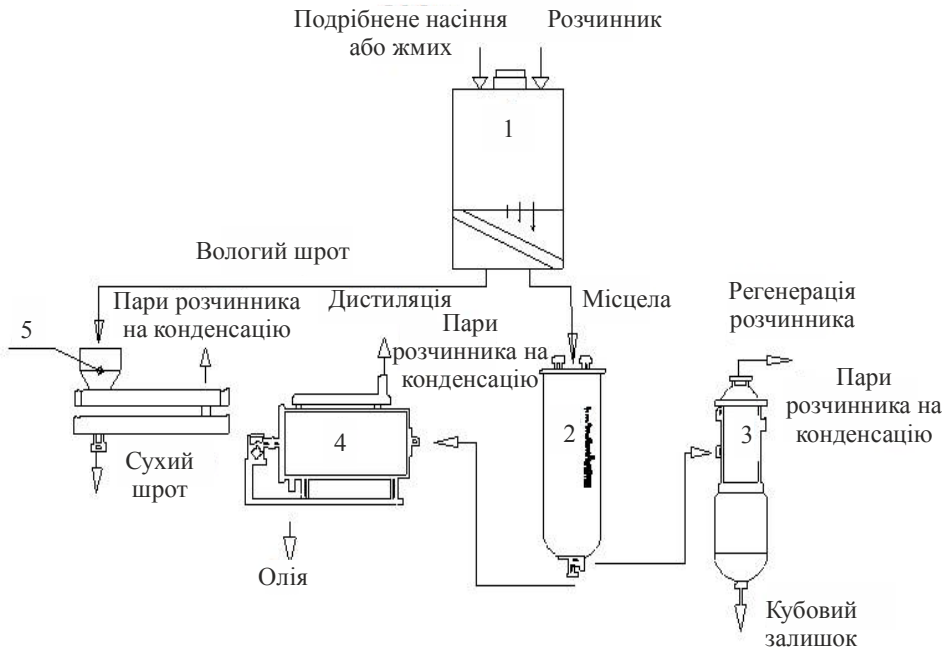


Рис. 1. Технологічна лінія для вилучення олії з насіння сої і ріпаку: 1 — вальцьовий прес; 2 — екстрактор з МХ інтенсифікатором; 3 — шнековий прес; 4 — відстійник; 5 — випарник; 6 — ректифікаційна колона; 7 — сушарка

Готовий жмих ріпаку чи сої або пропущене через вальцьовий прес насіння сої (як сировина, що переважно екстрагується прямою екстракцією) надходить на екстрагування до екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором, в який додаємо розчинник (спирт чи гексан).

Після екстрагування олії суміш зливаємо в бункер шнекового преса. До екстракційної камери завантажується свіжа сировина й розчинник і знову відбувається процес екстрагування. Місцела накопичується у відстійній колоні, де відбувається розділення олії від спирту протягом доби. Розділення відбувається мимовільно, тому що етиловий спирт при 20 °С не змішується з рослинними оліями. При охолодженні місцели і її відстоюванні спостерігається чітке розділення олії та спирту. Після розділення олії та спирту шляхом їх роздільного зливання з олії остаточно видаляємо розчинник у роторно-

вакуумному дисковому випарнику. Олію, вилучену за допомогою розчинника гексану, без відстоювання направляємо на випарювання, оскільки гексан навіть при низьких температурах не розділяється з олією. Характеристики по роторно-вакуумному дисковому випарнику: температура теплоносія в теплому кожусі — 70—75 °С, остаточний вакуум — 0,5 мПа. Випарювання при вищих температурах призведе до зменшення біологічно активних речовин в продукті.

Розчинник після закінченню процесу відстоювання надходить на наступний цикл на екстрагування. Дослідження екстрагування насіння сої та ріпаку показали, що розчинник після відстоювання можна використовувати до тих пір, поки його концентрація не знизиться до 88—90%. Розсоли (кубовий залишок) охолоджуються і з них отримуються фосфоліпіди (основні складові біологічних мембран) та гліколіпіди (є складовими всіх плазматичних мембран — плівка, що відділяє клітину від зовнішнього середовища). Вміст фосфоліпідів у середньому складає 0,012—0,015 г/л. Вологий шрот висушується у шнековій сушарці при температурі 50 °С з постійним відведенням парів розчинника.

Важливим показником отриманих зразків ріпакової та соєвої олії є їх хімічний склад. Дослідження зразків проводилось у лабораторії ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». Зразки повністю відповідали вимогам «ДСТУ 4534:2006 Олія соєва. Технічні умови» та «ДСТУ 46.072:2005 Олія ріпакова. Технічні умови» (табл. 1).

Таблиця 1. Відповідність досліджуваних зразків олій вимогам державних стандартів України (ДСТУ)

Показники	Ріпакова олія (дослідні зразки)	ДСТУ 46.072:2005 Ріпакова олія	Соєва олія (дослідні зразки)	ДСТУ 4534:2006 Олія соєва
Кислотне число, мг КОН/г	3,9...4,0	не більше 6,0	4,0...4,2	не більше 6,0
Масова частка вологи та летких речовин	0,24...0,25	не більше 0,25	0,19...0,2	не більше 0,2
Перекисне число, 1/50 ммоль/кг	8,9...9,0	не більше 10,0	9,1...9,3	не більше 10,0
Масова частка фос- форовмісних речовин у перерахунку на стеаролецитин, %	1,8...1,9	не більше 2,0	4...4,4	не більше 6,0
Масова частка еруко- вої кислоти, %, до суми жирних кислот	0,8...0,9	не більше 2,0	-	-

Ефективність використання нестандартного для даного процесу полярного розчинника етилового спирту підтверджено результатами рідинної хроматографії високороздільної здатності, які показують, що під дією електромагнітного поля даний розчинник інтенсифікує виділення з насіння ріпаку та сої, крім жирних кислот, біологічно активних речовин, зокрема токоферолів C₂₉H₅₀O₂ (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст токоферолів у зразках ріпакової і соєвої олій

Олія	Вміст загальних токоферолів після екстрагування в МХ інтенсифікаторі, мг%	Вміст загальних токоферолів після класичного екстрагування, мг%	Ізомерні форми, % загального вмісту токоферолів		
			α	β	$\gamma+\delta$
Ріпакова	83...92	48...51	26	74	-
Соєва	186...201,2	134...137	12	69	19

Вміст токоферолів, у досліджуваних в лабораторії ОНАХТ за допомогою високоефективного рідинного хроматографа HP 1100 (Agilent Technologies (США) зразках олій, що отримали за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора, в 1,5—1,8 раза більший, ніж в оліях, отриманих традиційним методом. Такий результат пов'язаний із перевагою бародифузійних технологій, що суттєво полегшують вихід із капілярно-пористої структури олієвмісного насіння сої та ріпаку крупних молекул і з'єднань.

Висновки

Розроблено технологічну схему екстракційного вилучення олії із насіння ріпаку й сої за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора та отримано продукт, що відповідає вимогам чинних державних стандартів і містить підвищену кількість токоферолів порівняно із класичною технологією екстрагування.

На основі конструктивних і технологічних параметрів напівпромислової періодичної моделі екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором розроблено проект промислового екстрактора безперервної дії «Модуль» для системи «тверде тіло — розчинник». На розробленій установці було отримано зразки олій, що відповідали вимогам ДСТУ (табл. 1), також у 1,5—1,8 раза збільшено кількість цінного компонента вітаміну Е — токоферолу завдяки інтенсифікації процесу мікрохвильовим полем і розробленій технологічній схемі.

Література

1. Буйвол С.М. Особливості екстрагування амарантової олії різними розчинниками / С.М. Буйвол // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студ. ОНАХТ. — 2011. — Т. 1. — С. 162—163.
2. Поперечний А.М. Удосконалення процесу екстрагування прянощів / А.М. Поперечний — Спецвипуск. — 2012. — № 7. — С. 20—23.
3. Поперечний А.М. Розробка конструкції та методики розрахунку вібраційного екстрактора / А.М. Поперечний, С.О. Боровков // Вісн. ДонНУЕТ. Серія: Технічні науки. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. — № 1 (41). — С. 15—23.
4. Зав'ялов В.Л. Дослідження кінетики процесу екстрагування з листової чайної сировини в апаратах періодичної дії з різними вібраційними системами перемішування / В.Л. Зав'ялов, Н.В. Попова, О.П. Лобок // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с-г. ім. П. Василенка. — 2007. — С. 102—112.
5. Капетула С.М. Кінетика екстрагування олії із насіння амаранту в мікрохвильовому полі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / С.М. Капетула. — Одеса, 2012. — 20 с.
6. Пат. 2216574 Российская Федерация, МПК⁷ С 11 В 1/10. Способ экстракции ценных веществ из растительного сырья с помощью СВЧ-энергии / А.И. Марколия, Н.И. Малых,

Л.Г. Голубчиков, Е.С. Ямпольский, Г.И. Астапенко. — № 2002100236/13; заявл. 11.01.2002; опубл. 20.11.2003.

7. Пат. 2216575 Российская Федерация, МПК⁷ С 11 В 1/10. Промышленное устройство для экстракции ценных веществ из растительного сырья с помощью СВЧ-энергии / А.И. Марколия, Н.И. Малых, Л.Г. Голубчиков, Е.С. Ямпольский, Г.И. Астапенко, В.Г. Балашов, А.П. Жуков, Т.П. Топчий. — № 2002100237/13; заявл. 11.01.2002; опубл. 20.11.2003.

8. Пат. 2075214 Российская Федерация, МКИ⁶ С 11 В 1/10, 9/02. Способ микроволновой экстракции биологического сырья / О.И. Квасенков; ВНИИ консерв. и овоще-суш. пром-ти. — № 94036034/13; заявл. 27.09.94; опубл. 10.03.97, Бюл. № 7.

9. Пат. України, МКИ С12G1/02. Экстрактор / В.Г. Терзієв, Т.А. Начасєва, М.Д. Захаров, О.Г. Бурдо. — № 99095364; заявл. 29.09.1999; опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.

10. *Коляновська Л.М.* Інтенсифікування процесів екстрагування при виробництві олії із сої та ріпаку: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Л.М. Коляновська. — Вінниця, 2014. — 259 с.

11. Пат. 86703 Україна, С11В 1/10(2006.01) Спосіб одержання ріпакової олії / О.Г. Бурдо, В.М. Бандура, Н.В. Ружицька, Л.М. Коляновська. — № у 2013 07975; заявл. 25.06.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРАКЦИОННЫХ МАСЕЛ

Л.Н. Коляновская

Винницкий национальный аграрный университет

Статья посвящена исследованию интенсификации процесса извлечения масла из семян сои и рапса промышленного назначения под действием микроволнового поля. Исследовано влияние и определены рекомендованные показатели факторов для максимального извлечения целевого компонента при электромагнитном воздействии. Разработаны методы экспериментального моделирования, которые дают возможность определить коэффициенты диффузии и массоотдачи, а также обобщить результаты экспериментов извлечения масла из семян рапса и сои под влиянием микроволнового поля. Определены значения соответствующих условий проведения экстрагирования коэффициентов массоотдачи, а также соотношение в безразмерных числах подобия для расчета интенсивности массопереноса в экстракторе с микроволновым интенсификатором. Разработан технологический процесс и методика инженерного расчета экстрактора с электромагнитным интенсификатором.

Ключевые слова: *рапсовое масло, соевое масло, экстрагирование, интенсивность массопереноса, математическая модель, экстрактор с микроволновым интенсификатором.*

EFFICIENCY OF CLEANING WOOL-WAX WATER USING ENZYME COMPLEX

N. Sabadash, V. Pasichnyi, A. Marynin, Z. Bakhmut

National University of Food Technologies

Key words:

Lanolin
Enzyme
Kinetics
Purification
High-energy discrete
processing
Wool

ABSTRACT

The article considers the possibility of using enzyme complexes (*Bacillus subtilis* and *Candida lipolytica*) for cleaning wool-wax water obtained after high-energy discrete wool processing. The kinetic graphs of the cleaning process have been calculated. It has been found that the optimal usage of enzyme complex of the given activity is 5% and the duration of the process is 14–15 hours. The obtained lanolin can be used in the production of cosmetics.

Article history:

Received 08.09.2016
Received in revised form
10.10.2016
Accepted 22.10.2016

Corresponding author:

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

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ВОВНОМІЙНОЇ ВОДИ КОМПЛЕКСОМ ФЕРМЕНТІВ

Н.І. Сабадаш, В.М. Пасічний, А.І. Маринін, Ж.О. Бахмут

Національний університет харчових технологій

*У статті розглянуто можливість застосування комплексу ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* та *Candida lipolytica* для очищення вовномієї води, отриманої методом високоенергетичної дискретної обробки вовни. Отримано кінетичні криві процесу очищення. Встановлено, що оптимальними витратами комплексу ферментів є використання 5-відсоткового розчину заданої активності, тривалість процесу — 14...15 год. Отриманий вовняний жир може застосовуватись при виробництві косметичних засобів.*

Ключові слова: *вовняний жир, фермент, кінетика, очищення, високоенергетична дискретна обробка, вовна.*

Постановка проблеми. Вовняний жир — продукт з неповторними реологічними та біологічними властивостями, який почали використовувати ще в минулому сторіччі як мазеву основу. Він являє собою продукт секреції шкіри овець, який отримують з промивних вод фабрик первинної обробки вовни

різними методами. Вміст вовняного жиру у вовні варіюється залежно від ряду факторів (виду овець, їх походження, а також шкіри вівці, в якій знаходиться фолікул, що продукує вовну) та становить 20...50% від загальної маси вовни.

За хімічним складом очищений вовняний жир (ланолін) є сумішшю нейтральних жирних ефірів, вільних жирних кислот і вільних спиртів, а отже, є натуральним воском. Зовні ланолін подібний до жиру, але порівняно з іншими жирами природного походження хімічно він більш стійкий.

Жирні кислоти в складі ланоліну відносяться до чотирьох типів:

- нормальні кислоти;
- α -оксикислоти (прямий і розгалужений ланцюг);
- ізоокислоти з парним числом атомів вуглецю;
- антеізоокислоти з непарним числом атомів вуглецю.

Аналогічно можна класифікувати спирти, що входять до складу ланоліну:

- аліфатичні спирти (нормальні, розгалужені ізо-, розгалужені антеізо-, структурні діоли);
- стерини (холестерин, дигідрохолестерин);
- тритерпеноїдні спирти (ланостерин, дигідроланостерин, агностерин, дигідроагностерин).

Деякі складові кислотної та спиртової фракцій все ще не виявлені. З урахуванням кількості різних кислот і спиртів, що входять до складу ланоліну, теоретичне число сполук одних тільки моноєфірів у ланоліні перевищує 10 000.

Ланолін має високу стабільність, не окисляється, а також добре змішується з іншими оліями та жирами. Унікальністю вовняного жиру є його здатність утримувати воду до 300%, без втрати мазеподібної консистенції, гліцерин — до 140%, 70-відсотковий етанол — до 40% з утворенням емульсій типу «вода/олія» [1].

Завдяки цим властивостям ланолін і продукти його переробки широко використовуються в косметичній фармацевтичній промисловостях, зокрема при виробництві засобів по догляду за шкірою немовлят, як основи мазей, як один із компонентів губних помад і косметичних кремів.

Використання засобів, що містять ланолін, позитивно позначається на стані сухої та подразненої шкіри: вона стає більш м'якою і сяючою. Також ланолін відновлює клітини шкіри, заживляє мікроскопічні тріщини, ранки і подряпини.

Крім того, ланолін застосовують у харчовій промисловості. Згідно з Міжнародною системою класифікації «The International Numbering System for Food Additives» (INS), він є харчовою добавкою з кодом E-913. Проте його застосування дозволено не в усіх країнах через відсутність доказової бази з безпеки речовини. В харчовій промисловості ланолін дозволено використовувати в США, Канаді, Україні як глазуруючий агент і антифламінг. Глазур з додаванням E-913 надає блиску і приємного зовнішнього вигляду продукції, а також відіграє важливу роль у формуванні смаку, наприклад, використовується в борошняних виробках, цукерках, шоколаді, драже, жувальній гумці тощо. Антифламінги запобігають піноутворенню і сприяють однорідній консистенції продукту. Поширене застосування ланоліну як компоненту покривних

сумішей для фруктів та овочів (яблук, груш, апельсинів, персиків, слив, помідорів тощо), для надання привабливого товарного зовнішнього вигляду і подовження терміну зберігання.

Незважаючи на велику кількість позитивних факторів, які має ланолін, є один, який заважає його широкому використанню, — ланолін може викликати алергію. Алергічний контактний дерматит від ланоліну та його похідних вивчався протягом останніх десятиліть. Однією з причин підвищеної чутливості є те, яким методом був отриманий ланолін, і рівень його очищення, а також порода овець та їх географічне розташування.

Аналіз літературних джерел, здійснений у вибірці з 1950 р., дає змогу стверджувати, що основною складовою ланоліну, яка викликає алергічний контактний дерматит, є наявність фракції вільного спирту. Також важливим фактором, який викликає алергію, названо кількість миючих засобів і пестицидів [7], що залишаються в ланоліні після обробки, кількість ланоліну, яку додають у виробі, і схильність кожної людини до алергії [2].

У Великій Британії в 2002 р. було проведено тестування медичного високоочищеного ланоліну, з якого видалили всі залишки мийних засобів. У зразках вміст спиртової фракції становив менше 3%, залишок пестицидів — 1мг/кг. Тестування ланоліну проводили на 3 групах пацієнтів, які раніше показували позитивні реакції на ланолін, а на цей вид — позитивна реакція була тільки в одній особі з трьох груп [2].

Проте, незважаючи на можливість появи алергії, ланолін не втрачає свої позиції по кількості використання у косметичній, фармацевтичній і харчовій промисловості. До 2008 р. ланолін виробляли на десятках заводів по всьому світу, однак багато підприємств в Європі, Австралії та США довелося закрити через тривалу кризу текстильної галузі. З 2010 р. Китай став лідером з виробництва ланоліну, однак продукція не відповідає європейським стандартам якості. Сьогодні деякі з найбільших і найсучасніших у світі фабрик, що розміщені у Китаї, повністю задовольняють потреби європейських і американських покупців.

В Україні виробництво ланоліну на вітчизняних підприємствах не здійснюється через недостатні теоретичні уявлення про даний процес, не кажучи вже про абсолютну відсутність ефективних технологій. Жировмісні промивні води фабрик без очищення зливаються у каналізацію, що негативно впливає на навколишнє середовище. Виробництво ланоліну на території України є актуальним як з екологічної, так і економічної точки зору, оскільки сьогодні промислові потреби в ланоліні задовольняються його закупівлею за кордоном.

До основних методів вилучення вовняного жиру із стічних вод від промивки вовни відносяться хімічні та фізико-механічні. При хімічних методах вовномийні води можуть оброблятися кислотою, хлорним вапном, хлористим кальцієм, бентонітом або гексаном. Повнота вилучення жиру при цьому може досягати 90%, але такий ланолін має домішки миючих засобів, підвищену кислотність (до 30%) і темний колір.

В основі фізико-механічних методів лежать процеси обробки вовномийних вод повітрям або у відцентровому полі. Найбільш поширеними є сепараторний і флотаційно-сепараторний методи. Ефективність процесу сепарації

складає 30...60% і залежить від багатьох факторів, але основним фактором є концентрація жиру у вихідному розчині. Цей метод забезпечує отримання якісного жиру, який має світле забарвлення і кислотність не більше 3%. Однак повнота вилучення жиру при цьому становить близько 60% [3].

Існуючі способи вилучення вовняного жиру із стічних вод фабрик первинної обробки вовни мають суттєві недоліки (неповне вилучення жиру, великі енерговитрати, неможливість використання очищених стічних вод у повторному технологічному циклі).

Спочатку проводилася екстракція в апараті Сокслета з використанням ди-хлоретану. Проте через можливі екологічні наслідки використання цього розчинника та для скорочення часу підготовки зразків були застосовані нові методи, щоб пришвидшити процес екстракції і зробити його безпечнішим.

Проведення екстракції з використанням діоксиду вуглецю є чудовим методом з огляду на екологічні й токсикологічні фактори. При цьому найбільший вихід екстрактивних речовин отримують за температури 80 °С та тиску вище 38 МПа. Використання CO₂ дозволяє мінімізувати використання хлорованих органічних розчинників [4].

Оскільки ланолін має злегка полярну хімічну природу, додавання полярного розчинника дозволяє підвищити розчинність. R. Alzaga та ін. [5] як розчинники використовували ряд від гексану до ацетону в різних пропорціях. Виявилось, що ацетон краще підходить як розчинник. Однак з результатів попередніх досліджень видно, що етанол дає подібну, а іноді більшу, ніж ацетон продуктивність через його спорідненість до компонентів ланоліну [5].

Метою дослідження є очищення вовняного жиру, отриманого шляхом високоенергетичної дискретної обробки (ВДО) вовни комплексом ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* та *Candida lipolytica*.

Матеріали і методи. Було проведено серію досліджень щодо ефективності процесу очищення вовняного жиру, отриманого методом ВДО, комплексом ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* (фермент 1) та *Candida lipolytica* (фермент 2) у рекомендованому раціональному для їх використання співвідношенні 1:4 [6]. Фермент 1 — продуцент *Bacillus subtilis* являє собою суміш протеази і ліпази для видалення забруднень з білків і жирів. Фермент 2 — продуцент *Candida lipolytica* використовували як знежирювач.

Для досліджень використовувалася вовняний жир, отриманий з непромитої напівтонкої мериносової вовни з початковим вмістом жиру 20,7±0,7%. ВДО вовни проводилася у водопровідній воді за температури 25 °С на лабораторній установці при постійних параметрах напруги та частоти імпульсів з тривалістю обробки від 30 до 300 с [8].

Для вилучення жиру з промивної води вовняне волокно після попереднього замочування промивалося за двостадійною технологією, яка передбачає таку послідовність технологічних етапів: попередньо очищена вовна надходить до ванни з ВДО ($\tau = 3$ хв, $T = 20...25$ °С, $M = 1:200$), де відбувається видалення мінеральних і органічних забруднень, руйнування плівки жирових забруднень на поверхні волокна. Далі вовна надходить на промивання в розчин миючої композиції ($C = 0,5$ г/л, $T = 45$ °С), де відбувається остаточне очищення від мінеральних, органічних і жирових домішок. Як миючий засіб використо-

вувалася композиція Сульсід-МПШ, що включає сульфанол, рицинокс-80, Синтанол ДС-10 і диметилсульфоксид [9]. Залишковий вміст жиру вовни, очищеної за запропонованою технологією, становить 1,63%.

У ході досліджень готували серію проб, в які вводили комплекс ферментів 1 та 2 у співвідношенні 1:4. В кожену пробу додавали ферменти у кількостях від 1 до 7%. Експеримент проводили за температури 40 °С та рН 7, які є оптимальними для даних ферментів. Вміст жиру, який гідролізувався, визначали (методом Сокслета) через кожні 5 годин. Загальна тривалість процесу становила 20 годин.

Проби, які було відібрано в процесі очищення через 5, 10, 15, 20 год, витримували на киплячій водяній бані протягом 15 хв для інактивації ферментів. В охолоджених пробах визначали вміст жиру.

При розробленні технологічного режиму ферментативного очищення вовномийної води важливим моментом є визначення оптимальної кількості ферменту й тривалості процесу, тому що від цих чинників залежать не тільки технологічні, але і техніко-економічні показники. Швидкість ферментативної реакції пропорційна концентрації ферменту, однак у промислових процесах збільшення витрат ферменту призводить до збільшення собівартості продукції, погіршення її якості в результаті збільшення небажаних домішок, які вносяться разом з ним. Тому важливо визначити оптимальну кількість ферменту для каталізу процесу, який забезпечує отримання продукту із заданими показниками.

Результати та їх обговорення. На рис. 1 представлено залежність вмісту жирової фракції у вовномийній воді від витрат комплексу ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* і *Candida lipolytica*.

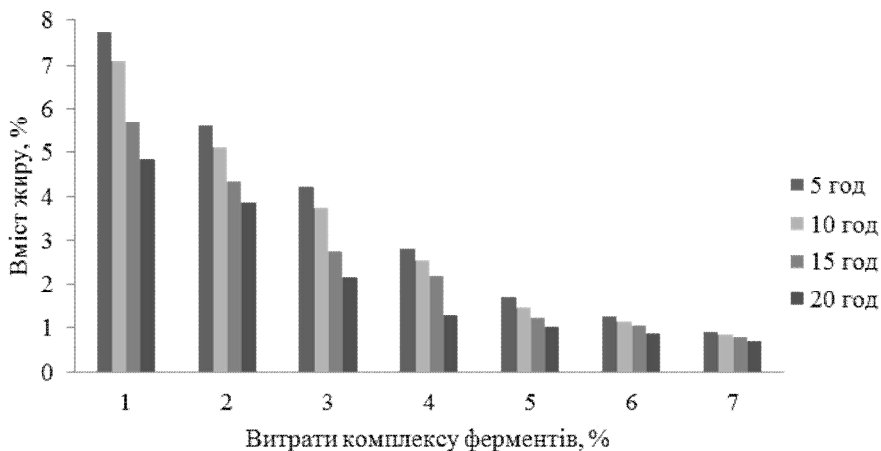


Рис. 1. Залежність вмісту жирової фракції у вовномийній воді від витрат комплексу ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* і *Candida lipolytica*

З отриманих даних (рис. 1) видно, що вміст жиру зменшується при збільшенні кількості внесеного комплексу ферментів, проте до визначеної межі. При збільшенні кількості ферментів до 5% і більше спостерігається помітне зниження приросту швидкості реакції, особливо наприкінці процесу, тому

збільшувати витрати ферменту понад цю величину недоцільно з економічної точки зору. Оптимальними витратами комплексу ферментів є 5%. За менших витрат перебіг процесу не є повним.

За експериментальними даними було побудовано залежність залишкового вмісту жиру в процесі очищення вовномийної води від жирової фракції комплексом ферментів — продуцентів *Bacillus subtilis* і *Candida lipolytica* за різних витрат ферментів. Результати досліджень наведено на рис. 2.

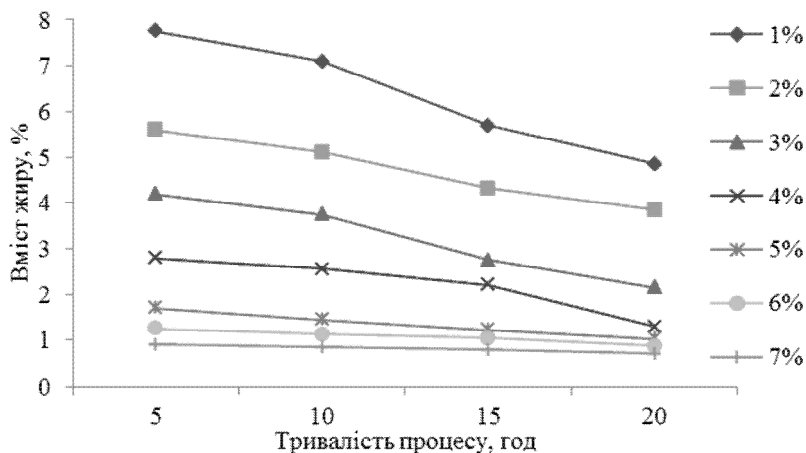


Рис. 2. Кінетика процесу очищення вовномийної води від жирової фракції комплексом ферментів *Bacillus subtilis* і *Candida lipolytica* за різних витрат

З рис. 2 видно, що процес очищення вовномийної води від жирової фракції доцільно проводити протягом 15 год, оскільки при збільшенні часу вміст жиру в пробі знижується несуттєво. При зменшенні тривалості перебіг процесу не є повним.

Висновки

На основі результатів досліджень встановлено, що очищення вовномийної води, отриманої методом високоенергетичної дискретної обробки вовни, може бути реалізовано за допомогою використання комплексу ферментів із продуцентів *Bacillus subtilis* і *Candida lipolytica* у співвідношенні 1:4.

Визначено й обґрунтовано раціональні параметри очищення вовняного жиру. Встановлено, що оптимальними витратами комплексу ферментів є їх використання у 5-відсотковому розчині при тривалості процесу до 15 год.

Література

1. Eychenne V. Near-critical solvent extraction of wool with modified carbon dioxide — experimental results / V. Eychenne, S. Sáiz, F. Trabelsi, F. Recasens // J. Supercrit. Fluid. — 2001. — № 21. — С. 23—31.
2. Warsaw E. Lanolin Allergy: History, Epidemiology, Responsible Allergens, and Management / E. Warsaw, B. Lee // American Contact Dermatitis Group. — 2008. — № 19. — С. 63—72.
3. Мороз А.Н. Анализ способов извлечения шерстяного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти / А.Н. Мороз, А.Д Черенков // Вісник НТУ «ХП». — 2011. — № 12. — С.146—151.

4. *Krsinic G.L.* Proceedings of the IWTO Harrogate Meeting / G.L. Krsinic, S.L. Ranford, D.A. Rankin, R.J. Walls // Report. — 1995. — № 18.

5. *Alzaga R.* Development of a novel supercritical fluid extraction procedure for lanolin extraction from raw wool / R. Alzaga, E. Pascual, P. Erra, J. M. Bayona // Anal. Chim. Acta 381. — 1999. — С. 39—48;

6. *Zheng L.* Bio-scouring process optimization of wool fiber and wastewater utilization / L. Zheng, B. Du, L. Wang // The Journal of The Textile Institute. — 2011. — Т. 103, № 2. — С. 159—165.

7. *Левчук І.В.* Оцінка залишкового вмісту пестицидів у вовняному жирі при очищенні вовни з використанням високоенергетичної обробки / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, А.І. Українець, М.І. Осейко, В.М. Пасічний, А.І. Маринін // Вісник ХНТУ. — 2016. — № 2 (57). — С. 166—171.

8. *Куник О.М.* Іч-спектроскопічне дослідження якісного складу вовняного жиру / О.М. Куник, О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібекова // Харчова промисловість — 2016. — № 19. — С.51—56.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ШЕРСТОМОЙНОЙ ВОДЫ КОМПЛЕКСОМ ФЕРМЕНТОВ

Н.И. Сабадаш, В.Н. Пасечный, А.И. Маринин, Ж.А. Бахмут

Национальный университет пищевых технологий

*В статье рассмотрена возможность применения комплекса ферментов (продуцентов *Bacillus subtilis* и *Candida lipolytica*) для очистки шерстомойной воды, полученной методом высокоэнергетической дискретной обработки шерсти. Рассчитаны кинетические кривые процесса очистки. Установлено, что оптимальной затратой комплекса ферментов является использование 5-процентного раствора заданной активности, продолжительность процесса — 14...15 часов. Полученный шерстяной жир можно применять в производстве косметических средств.*

Ключевые слова: шерстяной жир, фермент, кинетика, очистка, высокоэнергетическая дискретная обработка, шерсть.

HARMLESS TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF SOFT DRINKS FROM NATURAL PLANT RAW MATERIAL

M. Karputina, D. Khageliia

National University of Food Technologies

Key words:

Sweet sorghum
Apple and cherry juice concentrate
Fermented beverage

Article history:

Received 03.09.2016
Received in revised form 05.10.2016
Accepted 20.10.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The authors of the study recommend using sweet sorghum juice of Mammoth varieties based on its physical and chemical parameters in the technology of healthy fermented beverages. The optimal ratio of apple and cherry juice concentrate and sweet sorghum juice wort is defined in the fermented beverage formula. The proposed ratio provides the necessary acidity, harmonious taste and allows expanding the range of fermented beverages. The optimal mode for fermentation of sweet sorghum juice wort with the use of dry brewing yeast *Saccharomyces cerevisiae* of the race *Safbrew S-33* has been developed. The analysis of vitamin content in the fermented beverages proved their revitalizing effect.

НЕШКІДЛИВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ З НАТУРАЛЬНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

М.В. Карпутіна, Д.Д. Харгелія

Національний університет харчових технологій

У статті на підставі визначених фізико-хімічних показників рекомендовано до використання в технології безалкогольних ферментованих напоїв оздоровчого призначення сік цукрового сорго сорту Мамонт. Визначено оптимальне співвідношення розбавленого яблучно-вишневого концентрату та сусла з соку цукрового сорго в рецептурі ферментованих напоїв. Запропоновані співвідношення забезпечують необхідну кислотність, гармонійний смак і дають змогу розширити асортимент ферментованих напоїв. Експериментально визначено раціональні параметри зброджування сусла сухими пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси *Safbrew S-33*. Аналіз вітамінного складу ферментованих напоїв підтверджує їх оздоровче призначення.

Ключові слова: цукрове сорго, яблучно-вишневий концентрат, напій бродіння.

Постановка проблеми. Харчування суттєво впливає на стан здоров'я, працездатність і тривалість життя людини. За даними Державної служби

статистики України, споживання багатьох груп харчових продуктів не відповідає раціональній нормі, при цьому низькобалансований набір продуктів відмічено у 50—60% українців. Встановлена тенденція скорочення споживання фруктів та ягід на 24,3%, овочів і баштанних культур на 12,9% порівняно з 2012 р. за одночасного стабільно високого рівня споживання хлібопродуктів, тваринного жиру, зернобобових продуктів, картоплі. У населення України спостерігається так званий «прихований голод» унаслідок дефіциту в харчовому раціоні вітамінів, особливо антиоксидантного ряду (А, Е, С), макро- і мікроелементів (йоду, заліза, кальцію, фтору, селену) [1, 2]. Нераціональне та полідефіцитне харчування сприяє розвитку і різкому зростанню у населення хронічних неінфекційних захворювань. «Прихований голод» загрожує фізичному та інтелектуальному здоров'ю нації [3].

Виходячи зі значимості здоров'я населення в контексті розвитку і безпеки країни, єдина державна політика України направлена на підтримку вітчизняних виробників сільськогосподарської сировини і харчової продукції. В рамках даної програми актуальним є розроблення технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності, у тому числі напоїв оздоровчого призначення з відмінними смаковими властивостями [4; 5]. Для розширення асортиментної лінійки напоїв оздоровчого призначення доцільно використовувати плодове сировину у вигляді концентратів, які характеризуються стабільним складом та якістю. Концентрати здатні до тривалого зберігання і не потребують складної підготовки перед використанням. Такій підхід сприятиме реалізації технології оздоровчих напоїв на підприємствах з різною потужністю.

Мета дослідження полягає в оцінці фізико-хімічних та органолептичних показників суслу і напоїв на основі соку цукрового сорго та яблучно-вишневого концентрату.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети предметом дослідження було обрано: сік цукрового сорго (СЦС) сорту Мамонт, отриманий методом пресування; яблучно-вишневий концентрат фірми «Агрона Фрут» (вміст сухих речовин — $67,4 \pm 1\%$). Яблучно-вишневий концентрат (ЯВК) попередньо розводили підготовленою водою до вмісту сухих речовин (СР) 10 %.

Також використані сучасні методи досліджень і загальноприйняті методики хіміко-технологічного контролю цукрового та пивобезалкогольного виробництва [6]. Органолептичні показники готових напоїв визначали за 25-бальною шкалою [7]. Дегустаційне оцінювання напоїв проводили з використанням описового методу за п'ятьма основними елементами дескрипторів [8—11].

Результати і обговорення. У процесі дослідження проведено фізико-хімічний аналіз соку цукрового сорго сорту Мамонт і визначено його хімічний склад. Так, вміст СР у соку складав $15,0 \pm 1,0$ г/100 см³, редукуючих цукрів — $4,9 \pm 0,4$ г/100 см³, сахарози — $5,2 \pm 0,4$ г/100 см³, крохмалю — $0,79 \pm 0,07$ г/100 см³, геміцелюлози і целюлози — $0,35 \pm 0,05$ г/100 см³. Загальна кислотність соку цукрового сорго становила $1,50 \pm 0,1$ см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³, активна кислотність (рН) — $5,21 \pm 0,04$.

Експериментальні дані засвідчують наявність у соку цукрового сорго високомолекулярних вуглеводів (ВМВ), зокрема крохмалю, геміцелюлози та

целюлози, які ускладнюють фільтрування і погіршують якісні показники сусла. Спрямований ферментативний гідроліз даних ВМВ дозволить практично повністю перевести їх у розчинний стан, збільшити кількість зброджуючих цукрів, зменшити в'язкість сусла, прискорити процес фільтрування й освітлення соку.

Для цього було проведено гідроліз геміцелюлоз і целюлози з використанням ферментного препарату (ФП) Ксилалад вносили у попередньо підігрітий сік до температури 45 °С у кількості 20 см³/т сировини (0,4 од/г активності ксиланаз). Сік за даної температури витримували протягом 20 хв.

Двостадійний гідроліз крохмалю передбачав спочатку використання термостабільної α -амілази ФП Tegamyl HS 70L, яку вносили у нагрітий сік до температури 80 °С у кількості 455 см³/т крохмалю, що відповідає 0,35 од АА/г крохмалю, витримка за даної температури складала 30 хв.

Наступна стадія передбачала охолодження сусла до температури 55 °С і внесення глюкоамілази ФП Tegamyl GA 400L у кількості 880 см³/т крохмалю, що відповідає 4,5 од АА/г крохмалю. Тривалість витримки за температури 55°С — 15 хв.

Після проведення процесу гідролізу високомолекулярних вуглеводів сусло фільтрували, для подальшого збродження дріжджами сусло розводили підготовленою водою до вмісту СР 10%, купажували у різних співвідношеннях з розбавленим ЯВК і пастеризували за температур 75...80°С протягом 15...20 хвилин. При виборі додаткового компонента в рецептурі напоїв керувались такими пріоритетами: доступність, розповсюдженість, вартість, зручність транспортування та зберігання сировини, що, у свою чергу, дозволить реалізувати технологію в умовах малих підприємств; гармонійне поєднання додаткового компонента рецептури з сусликом на основі СЦС, що в подальшому забезпечить високі сенсорні характеристики готових напоїв.

З метою створення гармонійного смаку і необхідної загальної кислотності сусла в межах 1,70...2,10 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³, а також для розширення асортименту напоїв на основі СЦС досліджено заміну сусла з СЦС від 30 до 50% розбавленим ЯВК з вмістом СР 10%. В отриманих зразках сусла було визначено фізико-хімічні показники (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники зразків сусла

Показники	Зразки сусла (співвідношення, %: сусло з СЦС/розбавлений ЯВК)		
	50/50	60/40	70/30
Вміст СР, г/100 см ³	10,0±0,2	10,0±0,2	10,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т. ч. редуючих цукрів, г/100 см ³	7,04±0,15	7,04±0,15	7,27±0,15
	1,90±0,05	2,27±0,06	2,65±0,09
Вміст загального азоту, мг/100 см ³	31,7±1,6	34,2±1,7	37,5±2,0
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	15,9±0,8	17,2±0,9	18,4±1,0
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1моль/дм ³ на 100 см ³	1,80±0,06	1,75±0,06	1,70±0,06
pH	4,62±0,05	4,68±0,05	4,76±0,05

Отримані зразки характеризувались повноцінним складом щодо вмісту сухих речовин, редукуючих речовин, амінного азоту, кислотності та рН.

Для збродження отриманих зразків сусла було обрано пивоварні сухі дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrev S-33, які забезпечують помірне утворення побічних і вторинних продуктів бродіння, а завдяки їх високій седиментаційній здатності забезпечується швидке та якісне освітлення ферментованого напою.

За результатами досліджень встановлено раціональні режими збродження сусла сухими пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrev S-33: тривалість бродіння — 2,5...3,0 доби за температури 10...12 °С та кількості засівних дріжджів $4,5 \pm 0,5$ млн/см³, з подальшим охолодженням і витримкою протягом 36...48 год за температури 1...2 °С.

Визначені параметри процесу збродження забезпечують седиментацію дріжджів, освітлення напою, формування смаку й аромату.

У табл. 2 наведено фізико-хімічні показники зразків напоїв на основі СЦС та розбавленого ЯВК, зброджених сухими пивоварними дріжджами за встановленими раціональними режимами.

За реалізації запропонованого режиму збродження сусла на основі СЦС та розбавленого ЯВК накопичується до 1,2% об. спирту, вміст сухих речовин сусла зменшується на 1,1...1,5%, забезпечується оптимальна кислотність і нормовані фізико-хімічні показники.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники зразків ферментованих напоїв

Показники	Зразки напою (співвідношення, %: сусло з СЦС/розбавлений ЯВК)		
	50/50	60/40	70/30
Вміст дійсних СР, %	8,7±0,2	8,8±0,2	9,0±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т.ч. редуючих цукрів, г/100 см ³	6,19±0,20	6,26±0,20	6,47±0,20
	1,75±0,04	2,02±0,06	2,25±0,06
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	7,4±0,2	7,9±0,2	8,3±0,3
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	2,57±0,10	2,48±0,09	2,36±0,09
рН	4,12±0,04	4,21±0,05	4,28±0,05
Вміст спирту, % об.	1,08±0,01	0,94±0,01	0,81±0,01

Для підвищення стійкості рекомендовано короточасну пастеризацію ферментованих напоїв за температури 72...75 °С тривалістю до 1 хв, що дозволяє подовжити термін зберігання до 30 діб без значних змін якісних показників. У пастеризованих напоях наприкінці строку зберігання не було виявлено молочнокислих, споруутворювальних бактерій і БГКП. Кількість МАФМ знаходилася в межах 2,5·10...3,9·10 КУО/см³, що відповідає вимогам стандарту на безалкогольні напої бродіння.

Для оцінки оздоровчих властивостей напоїв було проведено аналіз готових ферментованих напоїв на основі сусла з СЦС та розбавленого ЯВК, зокрема, визначено їх вітамінний склад (табл. 3).

Таблиця 3. Результати розрахунку вітамінного складу зразків напоїв

Вітаміни, мг/100 см ³	Зразки напою (співвідношення, %: сусло з СЦС/розбавлений ЯВК)		
	50/50	60/40	70/30
V ₁ (тіамінхлорид)	0,102±0,006	0,115±0,006	0,122±0,006
V ₂ (рибофлавін)	0,231±0,011	0,239±0,012	0,250±0,012
V ₆ (піридоксин)	0,303±0,015	0,313±0,016	0,329±0,016
V ₃ (пантотенова кислота)	1,571±0,075	1,658±0,080	1,745±0,083
V ₅ (нікотинова кислота)	сліди	сліди	сліди
V ₉ (фолієва кислота)	0,016±0,001	0,019±0,001	0,022±0,001
C (аскорбінова кислота)	10,08±0,38	10,45±0,41	11,12±0,45

Вміст вітамінів визначали за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105» з джерелом високої напруги позитивної полярності. Запис та обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення «МультиХрм».

Результати розрахунку вітамінного складу ферментованих напоїв на основі СЦС засвідчують наявність вітамінів групи В та вітаміну С в значній кількості в обох досліджуваних зразках. Як видно з табл. 3, при споживанні готових ферментованих напоїв на основі сусла з СЦС та розбавленого ЯВК у кількості 250 см³ забезпечується в середньому добова потреба людини у вітаміні В₁ на 17,0...20,3%, В₂ — 32,1...34,7%, В₆ — 37,9...41,1%, В₃ — 19,6...21,8%, В₉ — 10,0...13,8%, у вітаміні С — на 28,1...30,1%.

Визначення органолептичних показників ферментованих безалкогольних напоїв проводилося дегустаційною комісією у складі фахівців кафедри біотехнологій продуктів бродіння і виноробства НУХТ та за участі представників кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету.

Аналіз органолептичних характеристик готових напоїв проводили за 25-бальною шкалою за такими показниками якості: прозорість, колір і зовнішній вигляд; смак і аромат; насиченість діоксидом вуглецю.

У табл. 4 наведено органолептичні показники досліджуваних зразків ферментованих напоїв.

Таблиця 4. Органолептичні показники ферментованих напоїв

Органолептичні показники	Зразки напою (співвідношення, %: сусло з СЦС/розбавлений ЯВК)		
	50/50	60/40	70/30
Загальний бал	24	24	25
Оцінка	відмінно	відмінно	відмінно
Колір і зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх включень, колір світло-зелений із жовтим відтінком		
Смак	Приємний, чистий, повний, гармонійний, кисло-солодкий смак, з трав'яним та яблучно-вишневим присмаком		
Аромат	Приємний, легкий, виражений яблучно-вишневий аромат	Приємний, легкий, виражений яблучно-вишневий аромат	Приємний, легкий, виражений яблучно-вишневий аромат, відчутні трав'яністі ноти
Насиченість CO ₂	Активне і тривале виділення діоксиду вуглецю		

За допомогою методу профілювання побудовано профілограми смаку, після-смаку й аромату ферментованих напоїв з урахуванням таких дескрипторів: гармонійний (збалансований) смак і аромат, кислий смак, трав'янистий присмак, яблучно-вишневий смак і аромат, солодкий післясмак. Для побудови профілю готового продукту дегустаційній комісії було запропоновано кількісно оцінити величини обраних дескрипторів (ознак) за такою шкалою: 0 — ознака відсутня; 1 — ознака ледь відчувається; 2 — ознака має слабку інтенсивність; 3 — помірна інтенсивність ознаки; 4 — значно виражена ознака; 5 — яскраво виражена ознака. Профілограми смаку й аромату досліджуваних зразків наведено на рисунку.

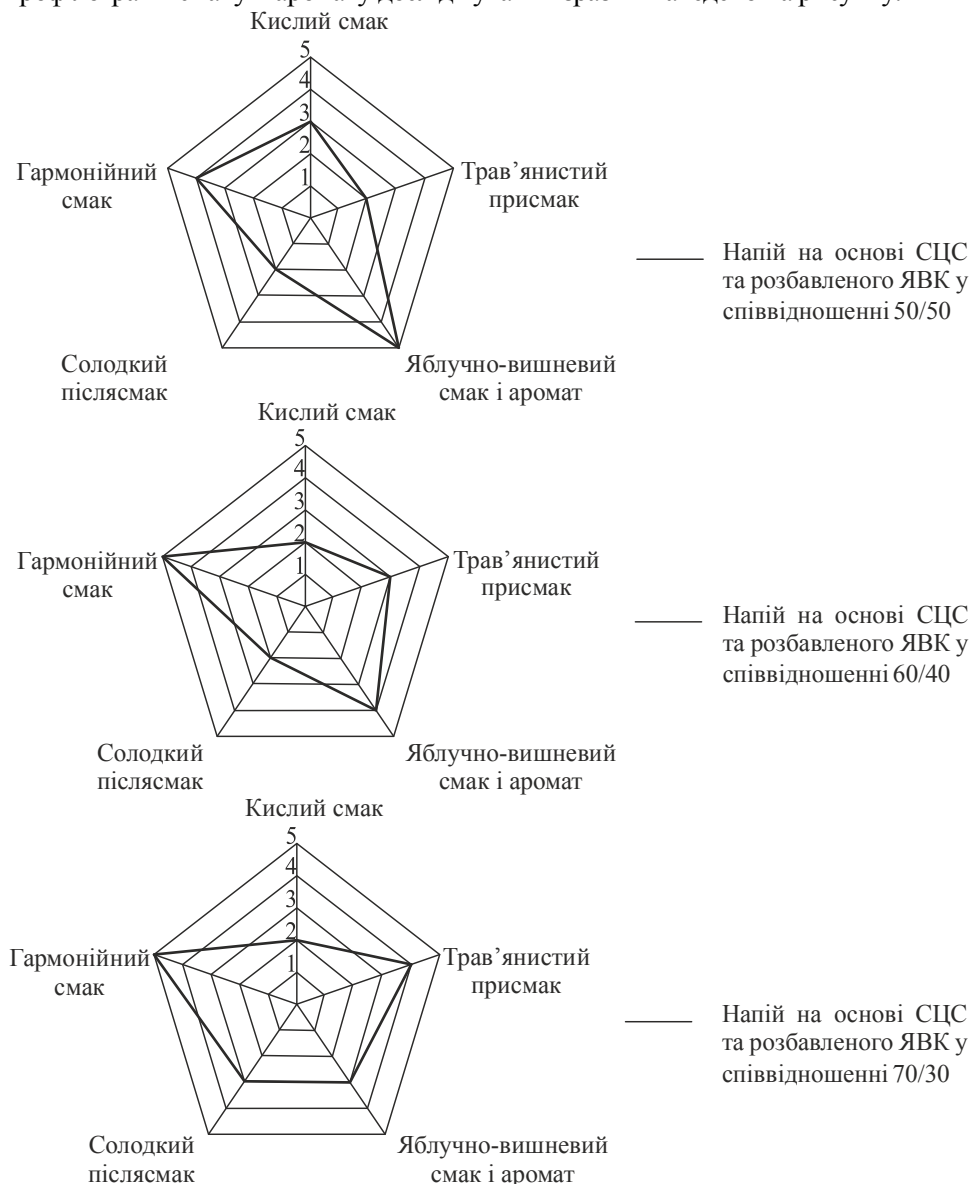


Рис. Профілограми смаку і аромату ферментованих напоїв з різним вмістом ЯВК

З профілограм видно, що досліджувані зразки ферментованих напоїв характеризувались гармонійним смаком. Зразки із заміною 40 і 50% сусла з СЦС, розбавленим ЯВК, мають за шкалою дескрипторів яскраво виражені ознаки яблучного-вишневого смаку й аромату, а зразок із заміною 30% сусла із СЦС, розбавленим ЯВК, характеризується помірно інтенсивним яблучно-вишневим смаком і ароматом та значно вираженим трав'янистим присмаком. За результатами органолептичної оцінки досліджувані зразки напоїв отримали оцінку «відмінно» — 24...25 бали.

Висновки

На підставі досліджень фізико-хімічних показників рекомендовано до використання в технології безалкогольних ферментованих напоїв оздоровчого призначення новий сорт цукрового сорго — Мамонт.

З метою розширення асортименту та забезпечення гармонійного смаку ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго запропоновано його часткову заміну яблучно-вишневим концентратом.

Експериментально встановлено раціональні параметри збродження сусла з соку цукрового сорго та яблучно-вишневого концентрату сухими пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33 при внесенні їх у кількості $4,5 \pm 0,5$ млн/см³: тривалість бродіння — 2,5...3,0 доби за температури 10...12 °С; охолодження та витримка зброженого сусла протягом 36...48 год за температури 1...2 °С. При таких технологічних параметрах у напоях накопичується до 1,2% об. спирту, забезпечується необхідна кислотність — 2,36...2,57 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³.

Одержані дані вітамінного складу ферментованих напоїв і сусла із соку цукрового сорго та яблучно-вишневого концентрату підтверджують оздоровчі властивості розроблених напоїв.

За результатами досліджень органолептичних показників встановлено, що всі зразки напоїв, зброжені пивоварними дріжджами, характеризувались повним, гармонійним кисло-солодким смаком з трав'яним та яблучно-вишневим присмаком. Дані зразки отримали за результатами органолептичної оцінки високі бали (24...25 балів).

Література

1. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І.В. Сирохман, В.М. Завгородня. — Київ: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
2. Анке М. Потребление, совокупное усвоение, баланс микроэлементов и риск его нарушения у взрослых людей на смешанной диете и вегетарианцев, употребляющих в пищу молоко и яйца / М. Анке, Р. Мюллер, У. Шефер // Микроэлементы в медиц. — 2005. — Т.6, №2. — С. 1—14.
3. Антонюк, Г.Я. Прихований голод — загроза продовольчій безпеці України / Г.Я. Антонюк // Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи: зб. наук праць за матеріалами II Міжнародної науково-практичної конференції, 11 листопада 2014 року. — Київ: Інститут продовольчих ресурсів НААН України, 2014. — С. 65.
4. До питання класифікації продуктів спеціального призначення / Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова, З.І. Кучерук // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. — 2011. — Вип. 2. — С. 12—18.

5. Помозова В.А. К вопросу о функциональных напитках / В.А Помозова И.В Бибик // Пиво и напитки: научно-теоретический и производственный журнал. — 2012. — № 6. — С. 10—11.

6. Мелетьев А.С. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / А.С. Мелетьев, С.Р.Тодосійчук, В.М. Кошова. — Вінниця: «Нова книга», 2007. — 392 с.

7. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначання органолептичних показників та об'єму продукції. ДСТУ 7099-2009. — [Чинний від 2011-01-01]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2011. — 12 с.

8. Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors: ISO 8586-2012. — [Introduced 2012-12-14]. — International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2012. — 28 p.

9. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови: (ISO 6658:2005, IDT): ДСТУ ISO 6658:2005. — [Чинний від 2006-07-01]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2006. — 17 с.

10. Дослідження сенсорне. Словник термінів: (ISO 5492:1992, IDT): ДСТУ ISO 5492:2006. — [Чинний від 2007-10-01]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2008. — 37 с.

11. Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створення спектра флейвору: (ISO 6564:1985, IDT): ДСТУ ISO 6564:2005. — [Чинний від 2005-10-01]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2006. — 9 с.

БЕЗВРЕДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

М.В. Карпутина, Д.Д. Харгелія

Национальный университет пищевых технологий

*Сок сахарного сорго сорта Мамонт рекомендован к использованию в технологии безалкогольных ферментированных напитков оздоровительного назначения на основании установленных данным исследованием физико-химических показателей. Определены оптимальные соотношения разбавленного яблочно-вишневого концентрата и сусла из сока сахарного сорго в рецептуре ферментированных напитков. Предложенные соотношения обеспечивают необходимую кислотность, гармоничный вкус и позволяют расширить ассортимент ферментированных напитков. Экспериментально определены рациональные параметры сбраживания сусла сухими пивоваренными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* расы *Safbrew S-33*. Анализ витаминного состава ферментированных напитков подтверждает их оздоровительное назначение.*

Ключевые слова: сахарное сорго, яблочно-вишневый концентрат, напиток брожения.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF MOZZARELLA-MANZAR FUNCTIONAL PURPOSE CHEESE

I. Vlasenko, V. Vlasenko, T. Semko

Vinnitsia Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics

Key words:

Milk
Soft cheese
Shelf life
Improvement
Technology
Functional product
Herbal supplements

Article history:

Received 17.09.2016
Received in revised form
09.10.2016
Accepted 21.10.2016

Corresponding author:

T. Semko

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The work investigates the influence of the components of soft Mozzarella-Manzar cheese on the organoleptic indicators. The study of microbiological, biochemical and physico-chemical indicators of raw milk used for the production process was carried out by standard methods of analysis. Therefore, it is proposed to include dry dill and parsley in the amount of 1% of total cheese weight into the technological scheme of production of soft rennet cheese Mozzarella-Manzar of functional purpose. After forming, the cheese mass is subjected to pre-cooling and packing. The importance of adding a mixture of cheese whey, brine and antiseptic (10% solution nisin and 2% solution of sodium chloride) to the cheese package has been proved. The study revealed that shelf life of Mozzarella-Manzar cheese is 20 days.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ «МОЦАРЕЛА-МАНЗАР» ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

І.Г. Власенко, В.В. Власенко, Т.В. Семко

Вінницький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету

У статті висвітлено питання переробки молока-сировини на функціональний м'який сир «Моцарела-манзар» з рослинними добавками. Досліджено вплив складових на органоліптичні показники м'якого сиру «Моцарела-манзар». В технологічну схему виробництва м'якого сичужного сиру «Моцарела-манзар» функціонального призначення запропоновано внесення у сухому вигляді кропу і петрушки у кількості 1% від сирної маси. Після формування сирна маса піддається попередньому охолодженню й упакуванню. Доведено необхідність додавання в упаковку з сиром суміші підсирної сироватки, розсолу й антисептика (10-відсотковий розчин нізину у 2-відсотковому розчині кухонної солі). За результатами дослідження встановлено, що термін зберігання сиру «Моцарела-манзар» досягає 20 днів.

Ключові слова: молоко, м'який сир, термін зберігання, удосконалення, технологія, функціональний продукт, рослинні добавки.

Постановка проблеми. Вітчизняний ринок сирів в основному представлений твердими сирами, на відміну від європейських країн (Німеччина, Франція, Італія та ін.), де традиційно виготовляють широкий асортимент м'яких сирів [1; 2]. Харчова цінність м'яких сирів обумовлена їх складом, наявністю незамінних амінокислот, вітамінів, кальцієвих, фосфорнокислих та інших мінеральних солей [3]. Дані про виробництво різних груп сичужних сирів в Україні з 2003 р. характеризуються щорічним зростанням обсягів на 24—39%. За приблизними підрахунками на сьогодні у світі налічується більше 2000 сортів сиру. Дослідники (Н.Б. Гаврилова, П.О. Лісін, F.V. Kosikowski, J. Kammerlehner) приділяють увагу переважно м'яким сирам, що пояснюється економічними чинниками. Харчовий білок сиру повинен включати необхідні для життєдіяльності організму людини незамінні амінокислоти, причому рівень їх вмісту в білку тваринного походження значно вищий, ніж у рослинних білках [4].

Останніми роками у зв'язку зі скороченням сировинної бази у молочній промисловості і глобальними проблемами, пов'язаними із забрудненням навколишнього середовища, напруженим ритмом життя і праці населення країни, виробництво сирів як високопоживних продуктів є надзвичайно важливим.

Класичну моцарелу виготовляють тільки з молока чорних буйволиць («dibuffalo»). Цей сир характеризується злегка солонуватими нотками смаку. Чорних буйволиць у світі менше, ніж корів, а попит на ніжний сир високий, тому все частіше цей продукт виготовляють із коров'ячого молока. В різних країнах налагоджено виробництво італійського сиру, проте пластова моцарела, що продається без розсолу, нічого спільного, крім назви, зі справжнім продуктом не має [3; 5]. Окрім того, представники 159 країн світу, у тому числі й Україна, прийняли «Всесвітню декларацію і програму дій в галузі харчування», взявши на себе зобов'язання щодо усунення хронічної нестачі в раціоні харчування вітамінів, мікроелементів та інших необхідних сполук, які містять усі необхідні для функціонування організму людини легкозасвоювані і корисні компоненти (функціональні продукти) [5], тому проблема виготовлення сирів функціонального призначення є актуальною.

Метою дослідження є розробка нового виду функціонального м'якого сиру «Моцарела-манзар» з рослинними добавками. Об'єктом досліджень є технологія м'якого сиру «Моцарела-манзар» функціонального призначення.

Матеріали і методи. Дослідження виконувалось у науково-дослідних лабораторіях Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Відпрацювання технологічних параметрів виробництва моцарели з коров'ячого молока проводилось на ТОВ «Аверса-Україна». Під час виробництва контрольного і дослідних зразків моцарели було застосовано бактеріальний препарат прямого внесення Danisco Choozit MT1 (Данія), який містить

солестійкі штами мезофільних молочнокислих лактококів видів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, а також термофільний стрептокок *Streptococcus thermophilus* і термофільні лактобацили *Lactobacterium delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, яким притаманні висока молокозсідальна та протеолітична активність. Культури молочнокислих мікроорганізмів, що входять до складу бактеріального концентрату, підібрані таким чином, щоб їх ферментативна активність не знижувалась суттєво при високих концентраціях хлориду натрію, що входить до складу розсолу.

Сироватку нагрівали до високої температури до моменту формування пружної маси, з якої роблять кульки, грудочки, плетуть кіски тощо.

Контрольні зразки (5 партій) моцарели з коров'ячого молока були виготовлені в проблемній лабораторії ВНАУ. Дослідні зразки сиру з коров'ячого молока виготовляли в лабораторних умовах, використовуючи такі інгредієнти: нормалізоване та пастеризоване молоко в кількості 3 дм³, лимонну кислоту (0,05 дм³), розведену у 125 см³ води. Вода повинна бути охолодженою, кип'яченою, бажано дистильованою, тому що хлор інактивує фермент. Лимонна кислота потрібна для зниження рН молока, щоб сир тягнувся при нагріванні. Фермент розчиняли у 50 дм³ води.

Для виконання поставлених завдань використовували стандартні, загальновідомі та модифіковані мікробіологічні, фізико-хімічні, структурно-механічні й органолептичні методи досліджень молочної сировини та м'яких сирів типу «Моцарела». Сиропридатність молока визначали за сичужно-бродильною та бродильною пробами за ГОСТ 9225, масову частку жиру — за ГОСТ 3625. Визначення вологи і масової частки сухої речовини молока виконували прискореним методом сушіння при температурі 105 °С протягом 4 годин. Визначення вмісту жиру в сирній масі — за ГОСТ 5867, активну кислотність (рН) — потенціометричним методом. Органолептичну оцінку сирів проводили відповідно до ГОСТ 7616.

Наявність бактерій групи кишкових паличок, дріжджів і грибів визначали відповідно до ГОСТ 9225, вміст спороутворюючих маслянокислих бактерій — згідно з інструкцією щодо мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості.

Результати і обговорення. Авторами досліджено склад і показники якості молока, яке надходило від фермерських та приватних господарств на молокопереробне підприємство ТОВ «Аверса-Україна» м. Вінниця за період з 2010 р. по 2016 рік. За цей час у Вінницькому регіоні обсяги виробництва молока скоротилися на 33,5%. Встановлено, що протягом останніх років для виробництва натуральних сирів на завод надходило 40% молока від фермерських господарств і 60% — від приватних. Тобто на даний час сировинна база молокопереробних підприємств в основному формується за рахунок сировини, що надходить від населення. За останнє десятиріччя в області не тільки знизилась обсяги виробництва молока, але й відчутно погіршилася його якість, особливо за показниками безпеки [11].

Результати дослідження густини, титрованої й активної кислотності, а також санітарно-гігієнічних і біологічних показників наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика молока залежно від виду постачальника і пори року (n = 3, P≥0,95)

Показники	Фермерські господарства (квартал)				Приватні господарства (квартал)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Густина, кг/м ³	1032,0 ±2,5	1032,1 ±1,9	1032,5 ±2,0	1030,4 ±2,1	1030,2 ±2,0	1028,6 ±2,4	1032,5 ±1,5	1029,4 ±1,9
Титрована кислотність, Т°	18±0,4	17±0,3	18±0,2	18±0,2	18±0,1	17±0,2	18±0,1	17±0,3
Активна кислотність (рН)	6,68± 0,23	6,58± 0,12	6,80± 0,24	6,70± 0,23	6,66± 0,23	6,52± 0,22	6,76± 0,20	6,68± 0,15
Ступінь чистоти, група	I	I	I	I	I	I	I	I
КМАФАнМ	II	II	II	II	II	II	II	II
Сичужно-бройдильна проба, клас	II	II	II	II	II	II	II	II
Зсідання молока (за Ділянням), тип	II	II	II	II	II	II	II	II
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	320±6	450±5	300±5	310±7	350±6	360±8	390±4	380±5
Бактеріальне забруднення, КУО тис./см ³	280±5	380±5	310±6	350±4	360±4	390±3	360±5	380±6
Кількість спор мезофільних лактатзброджуючих анаеробних бактерій (КСМЛАБ) в 1 см ³	5±0,2	8±0,4	5±0,2	7±0,3	7±0,3	9±0,4	8±0,4	9±0,3
Інгібітори росту заквашувальної мікрофлори	Не виявлено				Не виявлено			

Наведені дані свідчать про відсутність суттєвої різниці між молоком обох постачальників і про те, що молоко від приватних господарств містить менше білка, жиру і СЗМЗ порівняно з молоком, отриманим від фермерських господарств. Найбільш наочно ця різниця спостерігається у першому півріччі, в той час як у другій половині року ця різниця зменшується і становить менше 0,1% як за жиром, так і за білком.

Результати дослідження вмісту білка, жиру і СЗМЗ у молоці від різних постачальників протягом року наведені на рис. 1, 2 і 3.

Одночасно слід відзначити, що вміст білка у молоці, отриманому від фермерських господарств протягом усього року, перевищує 3,0%, а в третьому кварталі навіть перевищує цей показник, що майже відповідає вимогам, які висуваються до молока, призначеного для виготовлення сирів. Вміст жиру в молоці, отриманому від фермерських господарств у першому, третьому і четвертому кварталі, знаходився на рівні вище, ніж 3,6%.

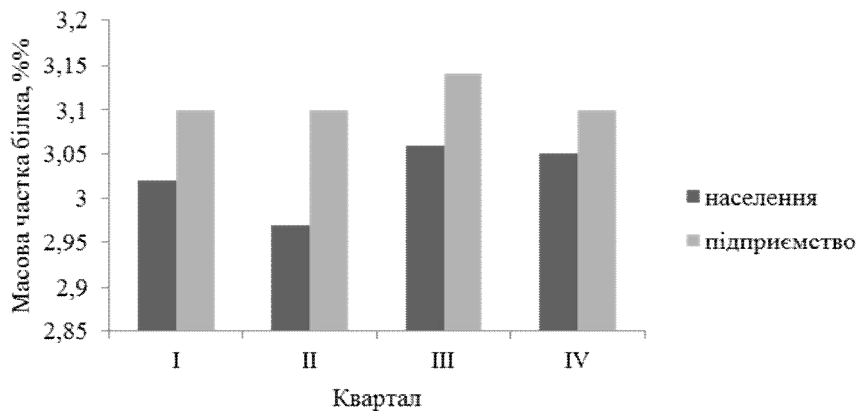


Рис. 1. Зміни вмісту білка в молоці залежно від виду господарювання і періоду року

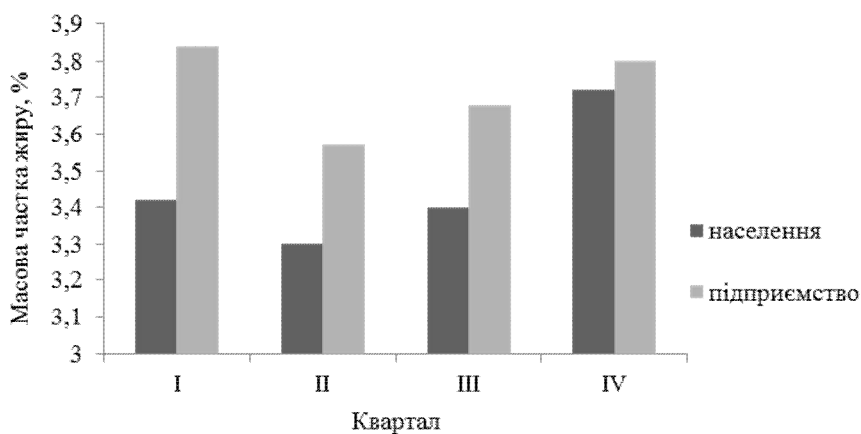


Рис. 2. Зміни вмісту жиру в молоці залежно від виду господарювання і періоду року

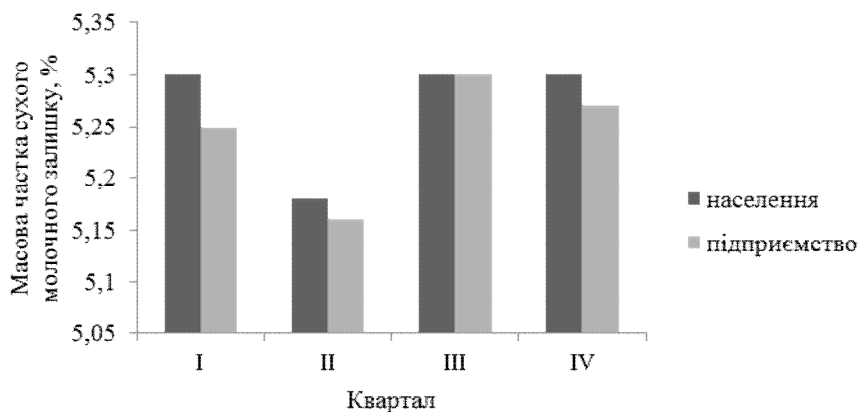


Рис. 3. Зміна вмісту СЗМЗ у молоці залежно від виду господарювання і періоду року

Результати проведених досліджень, пов'язаних з вивченням складу молока, покладені в розрахунки орієнтовного виходу сиру за поквартальними показниками вмісту білка й жиру у молоці протягом року від постачальників різного господарювання (табл. 2).

Таблиця 2. Вихід сиру з молока, отриманого від виробників різного господарювання

Показник	Фермерські господарства (квартал)				Приватні господарства (квартал)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Вихід сиру, кг	11,8	11,5	11,7	11,8	11,2	10,9	11,3	11,6

Переробка молока на сир, яке надійшло від приватних господарств у II кварталі і яке мало нижчий вміст білка і жиру, призвела до зниження виходу сиру порівняно з іншими періодами року.

Проведені дослідження якості молока та його сиропридатності свідчать, що якість молока не відповідає вимогам і потребує певного коригування. Молоко має високі показники загального бактеріального забруднення, вмісту БГКП, соматичних клітин, кількості спор КМАФАнМ, тому доцільно вжити заходи щодо зменшення їх вмісту. Ці дослідження покладено нами в основу технології виробництва м'якого сиру «Моцарела».

Виробництво харчових продуктів у кожній країні здійснюють відповідно до письмових інструкцій, програм або методик. У сироварінні термін «рецептура» охоплює всі аспекти виготовлення певного виду сиру, особливо при дрібно-масштабному виробництві. В рамках рецептур для різних видів сирів використовуються певні операції, аналогічні для будь-якого виду сиру: нормалізація та коагуляція молока, розрізання згустку (постановка сирного зерна), друге нагрівання сирного зерна, оброблення сирної маси для формвання структури.

Для створення функціональних продуктів харчування використано сухі очищені функціональні інгредієнти, що зберігають і стимулюють природні механізми захисту організму людини від впливу несприятливих чинників довкілля. Як біологічні стимулятори особливої актуальності набувають зелена цибуля, кріп і петрушка, які стають постійними супутниками різноманітних салатів, супів і борщів через особливий пікантний смак і корисність. Зелень вживають у сухому вигляді, що забезпечує організм людини мінералами і вітамінами. Кріп — універсальна рослина, що має особливий приємний смак, а також містить набір вітамінів і мікроелементів: калій, фосфор, залізо, солі кальцію, фолієва кислота, бета-каротин і вітаміни (С, РР, Р, В₁, В₂). Бета-каротин, що міститься в кропі, сприяє поліпшенню зору, залізо допомагає в боротьбі з анемією, а вітаміни зміцнюють імунітет, тому було вирішено сконструювати продукт функціонального спрямування. На стадії готовності сирної маси в неї додають суху зелень (зелена цибуля, кріп, петрушка), що надає особливого пікантного смаку і корисності продукту. Зелень попередньо подрібнюють (ріжуть) на м'ясорубці, а у виробничих умовах — на вовчку і додають в кількості 1% від сирної маси [10]. В сирну масу зелень додають у сухому вигляді. Масу знову добре перемішують

упродовж 2 хв, щоб зелень рівномірно розподілилась. Розплавлена за кінцевої t 36—38 °С і витримки 8 хв сирна маса відокремлюється від води, вимішується до волокнисто-еластичного тіста на барабані апарата з отворами, що повільно крутиться впродовж 2—10 хв.

За відсутності необхідного устаткування плавлення та вимішування сирної маси проводять вручну. Потім сирну масу викладають на стіл для формування. Отриманий продукт одержав назву «Моцарела-манзар» (рис. 4).

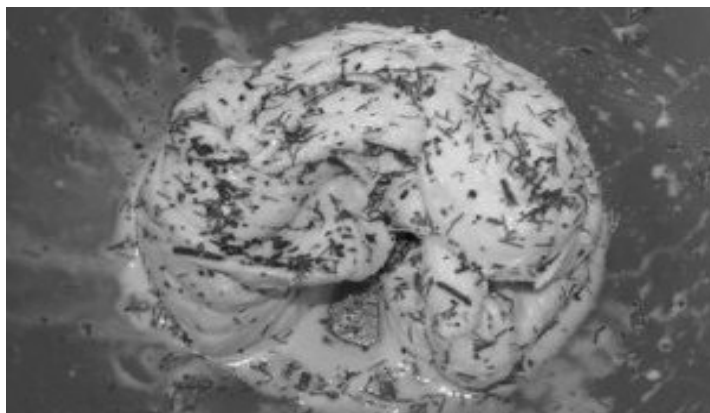


Рис. 4. Загальний вигляд сирної маси «Моцарела-манзар»

Після формування сирна маса піддається попередньому охолодженню за температури $t = 38—43$ °С упродовж 7—10 хв. Після охолодження моцарелу відправляють на упаковання. Експериментально доведено необхідність додавання в упаковку розсільно-антисептичного розчину, склад якої розроблено авторами. Це — суміш підсирної сироватки розсолу й антисептика (10-відсотковий розчин нізину на розчині NaCl: 0,4 — 0,6%,) за співвідношення 1:10 (рекомендації фірми «САККО»). По-перше, застосування розсільно-антисептичного розчину гарантує необхідний для цього сиру термін придатності. По-друге, запропонований технологічний захід забезпечує підтримання характерної для даного виду сиру м'якості, оскільки моцарела — це свіжий продукт, який без спеціального розсолу швидко псується. Розроблений авторами сир має приємний пікантний смак і запах, відносно м'яку консистенцію і приємну зовнішню форму. Моцарелу відносять до низькокалорійним сирів. Так, 100 г сиру містять усього 1—2 г вуглеводів і 18—22 г жирів, що дозволяє рекомендувати його для дієтичного харчування.

Дослідження показників якості сиру відповідно до вимог ТУУ15.5-33209208-001-2004 «Сири сичужні м'які італійські» відбувалось у період кондиційної зрілості за п'ятибальною шкалою. За результатами органолептичної оцінки вироблені сири мали характеристики, наведені у табл. 3.

Очікувана економічна ефективність від впровадження дослідної партії нового виду сиру підвищується майже в 2 рази за рахунок подовження періоду реалізації до 20 діб порівняно з контролем і періодом реалізації впродовж 3 діб.

Таблиця 3. Органолептичні показники сиру «Моцарела-манзар»

Показник	Балова оцінка			
	Сир на 5 добу		Сир на 20 добу	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
Зовнішній вигляд	4,2	5,0	4,6	5,0
Смак і запах	4,4	4,9	4,3	5,0
Колір тіста	5,0	4,9	5,0	4,9
Консистенція	4,4	4,9	4,0	5,0
Рисунок	4,6	5,0	4,8	4,9
Форма	4,0	5,0	3,9	5,0
Загальна середня балова оцінка	4,4	5,0	4,4	5,0

Одержані результати досліджень будуть застосовані під час подальшого розроблення технології м'якого сиру функціонального спрямування «Моцарела-діабетична» для людей, хворих на цукровий діабет.

Висновки

Отже, виробництво сиру моцарела з молока корів є перспективним і надає можливість отримати продукти високої якості.

У технології функціонального м'якого сиру «Моцарела-манзар» запропоновано використовувати розсільно-антисептичний розчин на основі препарату нізин. Дотримання запропонованої технології подовжує до 20 діб термін реалізації та забезпечує отримання сиру моцарела, який відповідає стандарту ТУ У 15.5-33209208-001-2004 «Сири сичужні м'які італійські».

Література

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биохимические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. — Москва: ДеЛи Принт, 2003. — 800 с.
2. Порембицкий А.В. Детское питание по-украински [Текст] / А.В. Порембицкий // Обзор украинского рынка. — 2003. — № 11(63). — С. 71—76.
3. Спілка молочних підприємств України: головна подія року [Текст] // Молочна промисловість. — 2007. — № 4 (39). — С. 10—12.
4. Закон України «Про дитяче харчування» [Текст] // Відомості Верховної Ради України. — № 44. — 2006. — С. 1469—1476.
5. Карпенко Л.А. Улучшение качества молока — крайняя необходимость для дальнейшего развития молокоперерабатывающей отрасли Украины [Текст] / Л.А. Карпенко // Молочна промисловість. — 2006. — № 10 (35). — С. 9—10.
6. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. — 314 с.
7. Кігель Н.Ф. Критерії відбору заквашувальних культур [Текст] / Н.Ф. Кігель, Г.Ф. Насирова // Вісник аграрної науки. — 2002. — № 2. — С. 58—60.
8. Концепция биотехнологии молочных продуктов нового поколения [Текст] / А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, В.В. Костина, С.А. Рябцева // Сыроделие и маслоделие. — 2001. — № 4. — С. 11—12.
9. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів / О.В. Шалимінов, Т.П. Дьяченко, Л.О. Кравченко та ін. — Київ: 2007. — С. 442.
10. Lonherdal B., Atkinson S. Nitrogenous composition of milk. Human milk proteins, in: Handbook of milk composition, ed. by lensen R. [Text]. — L.: Acad. Press, 1995. — P. 351—356.
11. Semko T., Novgorodska N., Kolianovska L., Blaschuk V., Solomon A. Development of resource-saving technologies of cheeses // Global Science and Innovation: materials of the VII

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЫРА «МОЦАРЕЛЛА-МАНЗАР» ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.Г. Власенко, В.В. Власенко, Т.В. Семко

Винницкий торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета

В статье освещен вопрос переработки молока-сырья для производства функционального мягкого сыра «Моцарелла-Манзар» с растительными добавками. Исследовано влияние компонентов на органолептические показатели мягкого сыра «Моцарелла-Манзар». В технологическую схему производства мягкого сычужного сыра «Моцарелла-Манзар» функционального назначения предложено дополнительно вносить в сухом виде укроп и петрушку в количестве 1% от творожной массы на стадии формирования сырной массы для придания особого пикантного вкуса и повышения качества продукта. После формирования творожная масса подвергается предварительному охлаждению и упаковывается. Доказана целесообразность введения в упаковку с сыром смеси подсырной сыворотки, рассола и антисептика (10-процентный раствор низина на 2-процентном растворе поваренной соли). В соответствии с результатами исследований установлено, что срок хранения сыра «Моцарелла-Манзар» достигает 20 дней.

Ключевые слова: *молоко, мягкий сыр, срок хранения, усовершенствование, технология, функциональный продукт, растительные добавки.*

Зміст журналу
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
за 2016 рік

Автоматизація та інформаційні технології

- Іващук В.В., Ладанюк А.П.* Використання моделей для ковзного режиму керування в умовах асортиментного виробництва № 2
- Богушевський В.С., Самарай Р.В., Самарай В.П.* Розробка моделі і алгоритмічного забезпечення системи керування машиною лиття під тиском на основі нечіткої логіки № 2
- Костіков М.П.* Електронний тренажер самонавчання словозміни іноземної мови № 2
- Сідлецький В.М., Ельперін І.В., Полупан В.В.* Аналіз невимірюваних параметрів на рівні розподіленого керування для автоматизованої системи, об'єктів і комплексів харчової промисловості № 3
- Шевченко Я.О., Мошенський А.О.* Удосконалення мережевих компонент тонкого клієнта № 3
- Ладанюк А.П., Іващук В.В., Бойко Р.О., Савчук О.В.* Методи ситуаційного керування багатоасортиментним виробництвом № 3
- Пупена О.М., Міркевич Р.М., Полупан В.В.* Використання віртуальних лабораторних робіт з дисципліни «Промислові мережі та інтеграційні технології» № 4
- Ладанюк А.П., Безуглов А.О.* Підвищення якості регулювання технологічних об'єктів на основі нейронечітких методів № 4
- Лапін М.В., Сідлецький В.М.* Використання систем нечіткої логіки для динамічного управління потужністю парових котлоагрегатів № 4
- Рішан О.Й., Воронцов О.О.* Пристрій для лінеаризації характеристик первинних вимірювальних перетворювачів № 4
- Луцька Н.М., Власенко Л.О., Циганенко В.В.* Особливості моделювання систем керування технологічними об'єктами з невизначеностями № 4
- Іващук В.В., Ладанюк А.П.* Забезпечення стійких розв'язків у задачах керування інерційними багатопараметричними об'єктами № 5
- Брацький В.О., М'якишко О.М.* Дослідження особливостей застосування реляційних і нереляційних баз даних на прикладі SQL Server та MongoDB № 5
- Маковецька С.В., М'якишко О.М., Грибков С.В.* Дослідження і математичне моделювання процесу постачання сировини на цукровий завод з урахуванням генетико-детермінованих властивостей цукрових буряків № 6
- Кривобок Г.І.* Оцінювання параметрів лінійної моделі за неточними вхідними і вихідними сигналами № 6
- Луцька Н.М., Гриценко Н.Г.* Розробка моделей системи керування бражної колони № 6
- Козирський В.В., Момотюк В.В., Засць Н.А.* Використання нечітких мереж Петрі для формування навчальних вибірок синтезу нейронних мереж № 6
- Стеценко Д.О., Ладанюк А.П., Смітюх Я.В., Савченко Т.В.* Розробка системи автоматизованого інтелектуального керування процесом виробництва спирту № 6

Безпека харчових продуктів

- Гуменюк Г.Д.* Гармонізація національних стандартів України з міжнародними стандартами у харчовій промисловості № 2
- Пенчук Г.С., Пенчук Ю.М.* Сучасний стан продовольчої безпеки в Україні № 2

Біотехнології

- Пирог Т.П., Антонюк С.О., Софілканич А.П.* Трансформація ароматичних сполук у поверхнево-активні речовини *Rhodococcus erythropolis* IMB Ас-5017, *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241 і *Nocardia vacciniі* IMB В-7405 № 1
- Стабніков В.П.* Метод підвищення адсорбції бактеріальних клітин до зерен піску з метою інтенсифікації процесу біоцементзації № 1
- Кушнір А.І., Волошина І.М., Зінченко О.А., Шкотова Л.В.* Наноматеріали: різноманітність і можливості застосування № 2
- Павлюковець І.Ю., Пирог Т.П.* Біоконверсія пересмаженої соняшникової олії в поверхнево-активні речовини *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241 № 2
- Савенко І.В., Андрейко Д.В., Пирог Т.П.* Антимікробна дія поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241 на деякі умовно патогенні бактерії № 3
- Яблонська К.М., Косоголова Л.О., Романова З.М.* Інтенсифікація процесів отримання біологічно активних речовин з кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) № 3
- Зінченко О.А., Шкотова Л.В., Курбатов А.Л., Карбовська Н.В.* Створення біосенсора на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази і рН-чутливих польових транзисторів для визначення L-карнітину № 3
- Пирог Т.П., Павлюковець І.Ю., Савенко І.В.* Особливості синтезу поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241 на пересмаженій соняшниковій олії № 4
- Пирог Т.П., Никитюк Л.В., Тимошук К.В.* Вплив тривалості культивування на антимікробні властивості поверхнево-активних речовин *Nocardia vacciniі* IMB В-7405 № 5
- Пенчук Ю.М.* Сапропелеві поклади придніпровської зони Переяслав-Хмельницького району № 5
- Вороненко А.А., Івахнюк М.О., Пирог Т.П.* Особливості синтезу полісахариду етаполану на суміші меляси і соняшникової олії № 6
- Воронцов О.О.* Стічні води тваринницьких комплексів як субстрат для анаеробної ферментації № 6

Економіка і соціальний розвиток

- Басюк Т.П.* Напрями формування системи безпеки інвестиційної діяльності підприємства № 1
- Михайленко Г.А.* Аспекти стратегії розвитку галузей харчової промисловості України № 1
- Кутас О.О.* Особливості розвитку м'ясного скотарства України № 1
- Страшинський В.І.* Інноваційна діяльність підприємств харчової промисловості України: тенденції і пріоритети № 1
- Яценко О.В.* Забезпечення фінансової стійкості спиртових підприємств на основі бізнес-планування № 1
- Ільєнко Н.О., Спасенко Ю.О.* Створення зони вільної торгівлі України з ЄС — ефективний захист національних економічних інтересів № 1
- Луцяк В.В.* Конкурентоспроможність і якість харчових продуктів: загальні принципи і методика планування в малих виробничих підприємствах № 1
- Басюк Д.І., Гембець А.В.* Особливості розвитку гастрономічного туризму Польщі № 2
- Спасенко Ю.О.* Особливості формування диференціації заробітної плати в Україні і шляхи її регулювання № 2

<i>Примак Т.Ю., Рогинська Я.А.</i> Основні завдання туристичної галузі України в контексті підписання Угоди про асоціацію з ЄС	№ 2
<i>Тур О.В.</i> Ринкова стійкість підприємства в сучасній економічній науці	№ 3
<i>Чугаєва Н.Ю.</i> Роль психології у забезпеченні еногастрономічного туризму	№ 3
<i>Пилипенко О.Є.</i> Економічний розвиток України в період незалежності: здобутки, проблеми, перспективи	№ 3
<i>Ралко О.С.</i> Перспективи розвитку експорту продукції молокопереробних підприємств України	№ 3
<i>Шевченко Л.О.</i> Інноваційний розвиток підприємств спиртової промисловості	№ 3
<i>Басюк Д.І., Бабич І.М., Білько М.В.</i> Тенденції розвитку виноградарсько-виноробної галузі України	№ 3
<i>Мостенська Т.Л., Кундєєва Г.О.</i> Харчування як складова продовольчої безпеки	№ 3
<i>Жужукіна Н.І.</i> Економічна безпека підприємств харчової промисловості в сучасних умовах	№ 4
<i>Макалендра Д.А., Білоусов Д.Ю., Лівар О.В., Кузьмін О.В.</i> Розвиток готельної індустрії в Україні	№ 4
<i>Омельченко К.Ю.</i> Вирішення основних проблем вирощування сої як шлях забезпечення продовольчої безпеки країни	№ 4
<i>Чорна Т.М., Слободян О.П., Нецадим Л.П., Засць В.А.</i> Медико-соціальні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції	№ 4
<i>Мелентьєва О.В.</i> Застосування АВС-методу для аналізу витрат логістичного бізнес-процесу	№ 5
<i>Омельченко К.Ю.</i> Зелена економіка як шлях вирішення екологічних проблем	№ 5
<i>Негода О.А.</i> Стан вторинного ринку земель сільськогосподарського призначення при дії мораторію на їх відчуження	№ 5
<i>Кірпічонок Д.І.</i> Аналіз технічного регулювання кондитерської галузі в Україні	№ 5
<i>Еш С.М., Галицька Я.В.</i> Факторингове фінансування на вітчизняному ринку фінансових послуг	№ 5
<i>Бойко П.М., Бондар М.В., Куц А.М., Шиян П.Л.</i> Трансфер технологій — основа розвитку України у XXI столітті	№ 6
<i>Еш С.М., Пюро Б.І.</i> Роль місцевих бюджетів розвитку при формуванні місцевих бюджетів територіальних громад	№ 6

Менеджмент і стратегічне управління

<i>Казаков О.О., Казакова В.І.</i> Оптимізація функціонального змісту процесу управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств	№ 2
<i>Арич М.І.</i> Обґрунтування вибору стратегій управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств на основі концепції Six Sigma	№ 2
<i>Петухов В.Р.</i> Групове прийняття рішень при плануванні виробництва на підприємствах	№ 2
<i>Кулініч О.А., Ковальова Я.Г.</i> Логістика інформаційних потоків торговельного підприємства	№ 3
<i>Тарасюк Г.М., Протасова Л.В.</i> Оцінка розвитку підприємства: теоретико-методичні і евристичні аспекти	№ 3
<i>Тур О.В.</i> Теоретичні основи стратегічного управління і здійснення стратегічного планування	№ 4
<i>Рибінцев В.О., Головань О.О., Маркова С.В.</i> Вплив інструментів прямого маркетингу на лояльність клієнтів продуктової мережі супермаркетів	№ 4

<i>Репіч Т.А.</i> Оптимізація роботи з клієнтами шляхом проведення XYZ-аналізу	№ 4
<i>Головань О.О., Олійник О.М., Маркова С.В., Корнієнко А.І.</i> Адаптація механізму оцінки лояльності клієнтів у контексті забезпечення ринкових позицій підприємства	№ 5
<i>Кудіна В.В.</i> Процедура оптимізації організаційної структури підприємства	№ 5
<i>Мостенська Т.Г.</i> Процедура управління економічними ризиками	№ 5
<i>Колос І.В.</i> Дуальна природа втрат промислового підприємства в контексті ощадливості	№ 5
<i>Білоконь Д.С., Федулова І.В.</i> Процес управління ризиками інформаційної безпеки	№ 6
<i>Євсєєва І.В., Жицька І.В.</i> Управління ризиками як необхідний засіб ефективного розвитку підприємства	№ 6
<i>Валькович Н.Р., Буковинська М.П.</i> Дотримання стандартів соціальної відповідальності на підприємствах України	№ 6
<i>Капінус Л.В., Єрмолаєва М.В.</i> Категорійний мерчандайзинг як інструмент впливу на поведінку споживачів	№ 6

Науки про життя

<i>Українець А.І., Сімахіна Г.О., Поліщук Г.С., Науменко Н.В.</i> Аюрведичні знання як унікальна цілісна система оздоровлення і лікування хвороб	№ 2
<i>Полумбрик М.О., Совко М.С., Омельченко Х.В.</i> Проантиоксидантна система організму людини, оксидативний стрес, його наслідки і шляхи подолання. Частина III. Захист від оксидативного стресу і його наслідків	№ 2
<i>Сімахіна Г.О., Науменко Н.В.</i> Харчування як основна складова системи оздоровлення: точки зору Аюрведи і вітчизняної нутриціології	№ 6

Охорона праці і цивільний захист

<i>Євтушенко О.В., Сірик А.О., Породько П.В.</i> Обґрунтування заходів і засобів для профілактики ризику травмування працівників харчових підприємств	№ 2
<i>Кружлик О.Є., Богданова О.В.</i> Алгоритм підготовки управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризику виробничого травматизму	№ 3
<i>Гуць В.С., Коваль О.А.</i> Безпека атракціонів	№ 4
<i>Євтушенко О.В., Сірик А.О.</i> Побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості	№ 5
<i>Сірик А.О., Євтушенко О.В.</i> Використання мультиагентних технологій для підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві харчових підприємств	№ 6

Процеси і апарати харчових виробництв

<i>Дудко С.Д.</i> Математична модель і алгоритм машинного розрахунку теплообмінної підсистеми тунельної хлібопекарської печі	№ 1
<i>Мазуренко О.О., Самсонов В.В., Воробйов Л.Й.</i> Оперативне прогнозування рівня і швидкості збільшення температури пошкодженого вузла турбогенератора	№ 1
<i>Марценюк О.С.</i> Інтенсифікація процесів абсорбції режимними способами	№ 1
<i>Погорілий Т.М., Мирончук В.Г., Штангєєв К.О.</i> Аналітичні вирази для визначення часу контакту систем комірок з поверхнею гріючої трубки нагрівальної камери вакуум-апарата	№ 1
<i>Доломакін Ю.Ю.</i> Вплив температури на реологічні характеристики рідкої пшеничної опари	№ 1

- Долінський А.А., Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Макаренко А.А.* Дослідження режимних параметрів гідродинамічної кавітації при обробці складних гетерогенних систем № 1
- Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Декуша Г.В., Козак М.М.* Дослідження процесу розпилювального сушіння білково-мінерального екстракту № 2
- Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Марценюк О.С.* Режимні способи інтенсифікації масообміну № 2
- Погорілий Т.М.* Розподіл температур у комірках міжкристального розчину сахарози–кристалу цукру–утфелю при різному способі їх розташування в гріючій трубці № 2
- Петренко В.П., Прядко М.О., Рябчук О.М.* Товщина плівки в низхідних кільцевих потоках з міжфазовою взаємодією № 3
- Долінський А.А., Коник А.В., Радченко Н.Л.* Вплив миттєвого зниження тиску на властивості води. Високочастотні гідродинамічні коливання № 3
- Долінський А.А., Коник А.В., Радченко Н.Л., Целень Б.Я.* Вплив адіабатичного закипання на водневий показник води № 4
- Десик М.Г., Теличкун Ю.С., Литовченко І.М., Теличкун В.І.* Математичне моделювання прогріву тістової заготовки циліндричної форми № 4
- Дубковецький І.В., Малєжик І.Ф., Бурлака Т.В.* Вплив швидкості теплоносія на основні тепломасообмінні параметри конвективно-терморадіаційного сушіння культивованих грибів № 4
- Єщенко О.А., Роман Т.О., Мазуренко О.Г.* Експериментально-статистичне моделювання процесу сушіння шапинки і ніжки гриба шампінйона № 4
- Беседа С.Д., Литовченко І.М.* Енергетичні показники процесу передувки м'ясної сировини № 5
- Долінський А.А., Коник А.В., Радченко Н.Л., Целень Б.Я.* Вплив адіабатичного закипання на властивості води № 5
- Погорілий Т.М.* Регресійні рівняння для визначення чистоти Ч і сухих речовин СР міжкристального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю № 5
- Марценюк О.С.* Застосування періодичних збурень для інтенсифікації масообміну при плівковій течії № 5
- Рачок В.В., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., Янакієв Ц., Стефанов С., Сими́тчієв А.* Вплив температури формувальної поверхні матриці екструдера на якість готових виробів № 5
- Турчун О.В., Мірошник В.О., Мельник Л.М., Матко С.В.* Моделювання і оптимізація процесу адсорбційного очищення сортівки шунгітом № 5
- Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Деренівська А.В.* Основи вибору технологічного обладнання в пакувальних лініях харчових виробництв № 6
- Паламарчук І.П., Цуркан О.В., Присяжнюк Д.В., Полевода Ю.А.* Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна № 6
- Погорілий Т.М.* Регресійні рівняння для визначення густини ρ міжкристального розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю № 6
- Тепло- і енергопостачання**
- Бржезицький В.О., Лапоша М.Ю., Маслоученко І.М., Проценко О.Р.* Регулювання електричного поля високовольтної котушки за допомогою профілювання діелектрика № 2
- Ізволєнський І.Є., Семко Д.М., Шестеренко В.С.* Вплив реактивної потужності на якість роботи підприємств молокопереробної галузі № 2

- Бржезицький В.О., Гаран Я.О., Лапоша М.Ю., Маслюченко І.М. Олександренко С.І.* Випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод № 3
- Грабова Т.Л., Гапонич Л.С.* Розробка ефективних і екологічно безпечних середовищ для високотемпературного охолодження № 4

Фізико-математичні науки

- Герасін О.І.* Методи розв'язку задач геометричної теорії ймовірностей на площині № 1
- Островська О.В., Юрик І.І.* Точні розв'язки багатовимірних нелінійних хвильових рівнянь № 1
- Балюта С.М., Шестеренко В.Є., Софілканич В.В.* Підвищення якості напруги на виході сонячних батарей № 1
- Мартиненко М.А.* Знаходження гармонічного поля в просторі за його заданим потоком на сферичному сегменті № 3
- Король А.М., Вишняк В.В., Литвинчук С.І., Гуцало І.В.* Вплив швидкості Фермі на коефіцієнт трансмісії квазіелектронів Дірака-Вейля в однобар'єрній графеновій структурі № 3
- Зінченко Т.В.* Розрахунок нелінійних функцій регресії другого порядку при центральному композиційному ротатабельному плануванні експерименту з довільною кількістю факторів № 3
- Гнатовський В.О., Медвідь Н.В.* Застосування кореляційної методики при дифракції на періодичних структурах № 6

Харчові технології

- Бреус Н.М., Басс О.О., Маноха Л.Ю., Поліщук Г.Є.* Оптимізація складу морозива на молочній основі з цукристими речовинами № 1
- Рябокоть Н.В., Кочубей-Литвиненко О.В., Черношок О.А.* Актуальність введення згущених молочних консервів з плодово-ягідними сиропами до добового раціону харчування військовослужбовців № 1
- Дробот В.І., Сильчук Т.А.* Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба № 1
- Пахомова І.В.* Антиоксиданти рослинного походження для жировмісних кондитерських виробів № 1
- Сімахіна Г.О., Українець А.І.* Взаємозв'язок структури харчування і здоров'я — концептуальна основа розроблення продуктів для військовослужбовців № 1
- Осокіна Н.М., Любич В.В., Возіян В.В.* Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту № 1
- Страшинський І.М., Пасічний В.М., Фурсік О.П.* Стабілізація показників фаршів варених ковбас з використанням білоквмісної композиції № 1
- Попова Н.В., Рибачок А.В., Прищепка Ю.Ю., Ланіна Н.В.* Технологія виробництва гіркої настоянки № 1
- Боярчук Я.А., Шиян П.Л., Мудрак Т.О., Куц А.М.* Енергозберігаюча технологія спиртової бражки № 1
- Білик О.А., Грищенко Г.М., Халікова Е.Ф., Маринін А.І.* Використання комплексного хлібопекарського поліпшувача «Свіжість +» у технології булочних виробів № 1
- Корзун В.Н., Антонюк І.Ю.* Технологія десертів спрямованої функціональної дії № 1

- Осокіна Н.М., Костецька К.В.* Порівняльна оцінка зерна ярих та озимих сортів пшениці і тритикале ярого як сировини для виготовлення хліба № 2
- Попов М.О.* Відходи олійнодобувного виробництва: тенденції, проблеми і перспективи використання № 2
- Кобець О.С., Арпуль О.В., Доценко В.Ф., Задкова С.П.* Рослинні олії як джерела функціональних інгредієнтів № 2
- Кошова В.М., Мукоїд Р.М., Гуріна О.О., Усач А.В.* Характеристика різних сортів вівса № 2
- Науменко К.А., Любцова Ю.Л.* Моделиювання рецептур зелених соусів із заданими споживчими властивостями № 2
- Ищенко В.М., Кочубей-Литвиненко О.В., Суходольська Н.П., Ищенко М.В.* Ідентифікація різних видів молока з використанням інструментальних і хемометричних методів № 2
- Сімахіна Г.О., Халасіна С.В.* Отримання заморожених напівфабрикатів дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною № 3
- Радзівєвська І.Г., Мельник О.П.* Дослідження окисної деструкції рослинних олій різного ступеня насиченості за наявності токоферолу № 3
- Манк В.В., Полонська Т.А.* Склад композицій рослинних олій для косметичних засобів № 3
- Попова Н.В., Ткаченко В.В.* Удосконалення рецептури збагачених глазурованих сирків з начинкою № 3
- Роман Т.О., Єщенко О.А., Іванченко М.Г., Мазуренко О.Г.* Дослідження відмінностей теплових і хімічних властивостей шапинки й ніжки шампінйона № 3
- Донг Н.Ф., Олійник С.І., Прибильський В.Л.* Технологія рисового суслу для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв № 3
- Ковтун Ю.А.* Дисперсність плазми масляної пасти з комплексом нутрієнтів, що володіють гепатопротекторними властивостями № 3
- Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю., Халасіна С.В.* Дослідження антиоксидантних властивостей антоціанів як необхідних компонентів харчових продуктів в екстремальних умовах життєдіяльності № 4
- Пушка О.С., Гавриш А.В., Неміріч О.В., Ищенко Т.І.* Технологічні властивості кулінарного напівфабрикату для пореподібних перших страв № 4
- Фоліна І.М., Измайлова О.О.* Зміна якості пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності під час зберігання № 4
- Кравченко М.Ф., Ярошенко Н.Ю.* Дослідження технологічних властивостей фітопорошків № 4
- Сильчук Т.А., Назар М.І.* Аналіз впливу клітковини картоплі на основні процеси в тісті № 4
- Запаренко Г.В., Олійник С.Г., Самохвалова О.В., Артамонова М.В.* Вивчення показників якості зернового пшеничного і полб'яного хліба під час зберігання № 4
- Хацкевич Ю.М., Щербакова Т.В., Селютіна Г.А.* Застосування олій купажованих у виробництві майонезів № 4
- Головко М.П., Кузнецова Т.О., Головко Т.М., Скляр А.О.* Вивчення комплексу гідролоїдів і встановлення їх взаємного впливу на утворену структуру драглів № 4
- Хомич Г.П., Левченко Ю.В., Горобець О.М., Попова Н.В.* Вторинні продукти переробки хеномелесу — джерело біологічно активних речовин № 4
- Святненко Р.С., Українець А.І., Маринін А.І., Кочубей-Литвиненко О.В.* Вплив імпульсних електричних полів на склад і властивості незбираного молока № 4

- Подковко О.А.* Обґрунтування технологічних режимів виробництва нових видів масляної пасти № 5
- Устименко І.М., Бреус Н.М., Поліщук Г.Є.* Наукове обґрунтування складу емульсій, призначених для нормалізації молоковомісних продуктів № 5
- Солодко Л.М., Сімахіна Г.О.* Перспективи використання портулаку городнього для отримання оздоровчих продуктів № 5
- Дорохович А.М., Божок О.С.* Аналіз виробництва жувальної карамелі дієтично-функціонального призначення як великої технологічної системи № 5
- Рак В.П., Юрчак В.Г.* Збагачення кальцієм хліба на хмельових заквасках № 5
- Бондар Н.П., Шаран Л.О., Губеня В.О., Дитюк Ю.С.* Удосконалення технології м'ясних січених напівфабрикатів з використанням харчових волокон люпину № 5
- Українець А.І., Пасічний В.М., Желуденко Ю.В., Задкова С.П.* Обґрунтування термінів зберігання варених ковбасних виробів з м'ясом курчат бройлерів № 5
- Пешук Л.В., Іванова Т.М., Гавалко Ю.В.* Перспективи використання вторинної кверцетинвмісної сировини (лушпиння цибулі та часнику) і лікарських трав у технології спеціальних м'ясних продуктів № 5
- Кобець О.С., Десик М.Г., Арпуль О.В., Доценко В.Ф., Теличкун В.І.* Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів № 6
- Погожих М.І., Головка Т.М., Полупан В.В., Бакіров М.П., Пархоменко Л.О.* Обґрунтування технології виробництва J-Se функціональної добавки у вигляді порошку № 6
- Новгородська Н.В., Блащук В.В.* Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів № 6
- Осокіна Н.М., Костецька К.В.* Технологічні властивості зерна гібридів кукурудзи № 6
- Коляновська Л.М.* Удосконалення технології виробництва екстракційних олій № 6
- Сабадаш Н.І., Пасічний В.М., Маринін А.І., Бахмут Ж.О.* Ефективність очищення вовномийної води комплексом ферментів № 6
- Карпутіна М.В., Харгелія Д.Д.* Нешкідливі технології у виробництві безалкогольних напоїв з натуральної рослинної сировини № 6
- Власенко І.Г., Власенко В.В., Семко Т.В.* Удосконалення технології сиру «Моцарела-манзар» функціонального призначення № 6

Хімічні науки

- Зінченко Н.Ю., Сімурова Н.В., Мазур Л.М., Кучер Н.С.* Дослідження процесу набухання інуліну в органічних розчинниках № 2
- Айрапетова В.В., Грабовська О.В., Сабадаш Н.І., Фесич І.В.* Термогравіметричне дослідження шихти для синтезу оксид-полімерного композиту на основі ZnO № 2
- Кроніковський О.І., Котляр К.О., Діденко В.В.* Поліетери як клас селективних реагентів № 2
- Осейко М.І., Романовська Т.І., Ляховецький Д.О.* Характеристика мийних розчинів первинної обробки вовни № 5
- Дамянова С., Стоянова А., Атанасова Т., Бозов П.* Хімічний склад ефірної олії із шавлії (*Salvia aethiopsis* L.), вирощеної в Болгарії № 5

Contents of the journal
“Scientific Works of the National University of Food Technologies” for
2016

Automation and information technologies

- Ivashchuk V., Ladanyuk A.* Use of the models for sliding control mode under conditions of assortment production # 2
- Bogushevsky V., Samaray R., Samaray V.* Modelling and algorithmic support of the control system of injection molding machine based on fuzzy logic # 2
- Kostikov M.* Electronic trainer for self-instruction of a foreign language inflection # 2
- Sidletskiy V., Elperin I., Polupan V.* Analysis of nonmeasured parameters at distributed control systems for automated system of objects and complexes of food industry # 3
- Shevchenko Ya., Moshenskyy A.* Improving thin client network components # 3
- Ladanyuk A., Ivashchuk V., Boyko R., Savchuk O.* Methods of situational control of multipurpose production # 3
- Pupena O., Mirkevych R., Polupan V.* Using virtual laboratories for teaching the discipline “Industrial networks and integration technologies” # 4
- Ladanyuk A., Bezuhlov A.* Improving the quality of technological objects control based on neur O-fuzzy methods # 4
- Lapin V., Sidletskiy V.* Using fuzzy logic systems for dynamic power control of steam boilers # 4
- Rishan O., Vorontsov O.* Device for linearization of characteristics of primary measuring converters # 4
- Lutska N., Vlasenko L., Tsyhanenko V.* Features of modelling control systems of technological objects with uncertainties # 4
- Ivashchuk V., Ladanyuk A.* Implemetation of stable solutions for control tasks of inertial multiparameter objects # 5
- Bratskyi V., Myakshylo E.* Study of using relational and non-relational databases on the example of SQL Server and MongoDB # 5
- Makovetska S., Myakshylo O., Hribkov S.* Research and mathematical modeling of raw materials supply to sugar plants due to genetic properties of sugar beet # 6
- Kryvoboka G.* Evaluation of linear model parameters by inaccurate input and output signals # 6
- Lutska N., Hrytsenko N.* Creating control system models for distillation column # 6
- Kozyrskyy V., Momotyuk V., Zaiets N.* Application of fuzzy Petri nets for the formation of educational samples of neural networks synthesis # 6
- Stecenko D., Ladanyuk A., Smityuh Y., Savchenko T.* Development of the automated intelligent control for alcohol production process # 6

Food Products Safety

- Gumenyk G.* Harmonization of the national standards of Ukraine with the international standards in food industry # 2
- Penchuk G., Penchuk Yu.* Current conditions of food security in Ukraine # 2

Biotechnologies

- Pirog T., Antonuk S., Sofilkanich A.* Transformation of aromatic compounds in a surfactant by *Rhodococcus erythropolis* IMV A1-5017, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 and *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 # 1
- Stabnikov V.* Increasing the adsorption of bacterial cells to the sand grains for enabling the intensification of biocementation # 1

<i>Kushnir A., Voloshyna I., Zinchenko O., Shkotova L.</i> Nanomaterials: variety and application capabilities	# 2
<i>Pavliukovets I., Pirog T.</i> Bioconversion of fried sunflower oil into surfactants of <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241	# 2
<i>Savenko I., Andreyko D., Pirog T.</i> Antimicrobial action of <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241 surfactants on some conditionally pathogenic bacteria	# 3
<i>Yablonska K., Kosoholova L., Romanova Z.</i> Intensification of biologically active substances extraction from dandelion (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	# 3
<i>Zinchenko O., Shkotova L., Kurbatov A., Karbovska N.</i> Creating a biosensor based on immobilized butyrylcholinesterase and pH-sensitive field effect transistors for L-carnitine detection	# 3
<i>Pirog T., Pavliukovets I., Savenko I.</i> Peculiarities of surfactants synthesis by <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241 on refried sunflower oil	# 4
<i>Pirog T., Nikitiuk L., Tymoshuk K.</i> Influence of the duration of cultivation on antimicrobial properties of <i>Nocardia vaccinii</i> IMV B-7405 surfactants	# 5
<i>Penchuk Yu.</i> Sapropel deposits of the Dnieper area in Pereyaslav-Khmelnitsky region	# 5
<i>Voronenko A., Ivakhniuk M., Pirog T.</i> Features of polysaccharide ethapolan synthesis on molasses and sunflower oil mixture	# 6
<i>Vorontsov O.</i> Waste water from livestock farms as a substrate for anaerobic fermentation	# 6

Enterprise Economy and Social Development

<i>Basyuk T.</i> Formation of security system of enterprise investment activity	# 1
<i>Mykhailenko G.</i> Aspects of development strategies of Ukrainian food industry	# 1
<i>Kutas O.</i> Features of development of meat cattle breeding in Ukraine	# 1
<i>Strashynskiy V.</i> Innovation activity of food enterprises in Ukraine: tendencies and priorities	# 1
<i>Yatsenko A.</i> Providing financial stability of enterprises of alcohol industry based on business planning	# 1
<i>Ilyenko N., Spasenko Yu.</i> Establishing an EU–Ukraine free trade zone as an effective protection of national economic interests	# 1
<i>Lutsiak V.</i> Competitiveness and quality of food: the general principles and methods of planning in small production enterprises	# 1
<i>Basiuk D., Hembets A.</i> Features of Polish food tourism	# 2
<i>Spasenko Yu.</i> Features of formation of wage differentials in Ukraine and ways of its regulation	# 2
<i>Prymak T., Rogynska Ya.</i> Main objectives of the tourism industry in the context of signing the Association Agreement between Ukraine and the EU	# 2
<i>Tur O.</i> Market stability of an enterprise in modern economic science	# 3
<i>Chugayeva N.</i> Role of psychology in providing enogastronomic tourism	# 3
<i>Pylypenko O.</i> Economic development of Ukraine in the period of independence: achievements, problems, perspectives	# 3
<i>Ralko O.</i> Prospects for export of products of milk processing enterprises of Ukraine	# 3
<i>Shevchenko L.</i> Innovative development of the alcohol industry	# 3
<i>Basyuk D., Babich I., Bilko M.</i> Trends in the development of grape and wine industry of Ukraine	# 3
<i>Mostenska T., Kundieieva G.</i> Nutrition as a component of food security	# 3
<i>Zhuzhukina N.</i> Economic security of food industry in modern conditions	# 4

<i>Makalendra D., Bilousov D., Livar O., Kuzmin O.</i> Development of hotel industry in Ukraine	# 4
<i>Omelchenko K.</i> Solving the basic problems of growing soy as a way to ensure food security	# 4
<i>Chorna T., Slobodyan O., Neshchadym L., Zayets V.</i> Medical and social consequences of the Chernobyl accident	# 4
<i>Melentyeva O.</i> Application of ABC-method for spend analysis of the logistic business process	# 5
<i>Omelchenko K.</i> Green economy as a way for solving environmental problems	# 5
<i>Negoda E.</i> Condition of secondary agricultural land market under the action of moratorium in their alienation	# 5
<i>Kirpichonok D.</i> Analysis of technical regulation for the confectionery industry in Ukraine	# 5
<i>Jesh S., Galitska Ya.</i> Factoring financing in the domestic financial services market	# 5
<i>Boyko P., Bondar M., Kutz A., Shiyan P.</i> Technology transfer as the basis for the development of Ukraine in the XXI century	# 6
<i>Esh S., Pyuro B.</i> The role of local development budgets in the formation of local budgets of regional groups	# 6

Business Administration and Strategic Management

<i>Kazakov A., Kazakova V.</i> Functional optimization of financial resources management of agricultural enterprises	# 2
<i>Arych M.</i> Reasoning of the management strategies of financial and economic results of a company based on the concept of Six Sigma	# 2
<i>Pietukhov V.</i> Group decision making while production planning in a business environment	# 2
<i>Kulinich O., Kovalyova Ya.</i> Information flow logistics of a trade enterprise	# 3
<i>Tarasiuk H., Protasova L.</i> Assessment of enterprise development: theoretical and practical aspects	# 3
<i>Tur O.</i> Theoretical basis of strategic management and strategic planning performance	# 4
<i>Rybintsev V., Holovan O., Markova S.</i> Direct marketing instruments impact on grocery supermarket chain customer loyalty	# 4
<i>Repich T.</i> Optimization of customer service through XYZ-analysis	# 4
<i>Holovan O., Oliynyk O., Markova S., Korniienko A.</i> Adaptation mechanism for assessing customer loyalty in the context of market position of a company	# 5
<i>Kudina V.</i> Optimization of enterprise organizational structure	# 5
<i>Mostenska T.</i> Procedure of economic risks management	# 5
<i>Kolos I.</i> Duality of wastes of industrial enterprises within lean production	# 5
<i>Bilokon D., Fedulova I.</i> Risk management process of information security	# 6
<i>Yevsieieva I., Zhytska I.</i> Risk management as necessary means of effective enterprise development	# 6
<i>Valkovych N., Bukovinska M.</i> Compliance with standards of social responsibility in Ukraine	# 6
<i>Kapinus L., Yermolayeva M.</i> Categorical merchandising as an instrument for influencing consumer behavior	# 6

Life Sciences

<i>Ukrayinets A., Simakhina G., Polishchuk G., Naumenko N.</i> Ayurvedic knowledge as the unique integrated system of wellness and treatment of diseases	# 2
<i>Polumbryk M., Sovko M., Omelchenko Ch.</i> Prooxidant system of the human body,	# 2

oxidative stress, its consequences and ways of overcoming. Part III. Protection from oxidative stress and its consequences
Simakhina G., Naumenko N. Nutrition as the main component of health-protection system: viewpoints by Ayurvedic and national nutritiology # 6

Occupational Health and Civil Protection

Evtushenko O., Siryk A., Porodko P. Background and measures for prevention of occupational injury at food enterprises # 2
Kruzhilko O., Bogdanova O. Algorithm of taking management decisions based on the combined occupational risk assessment method # 3
Goots V., Koval O. Safety of amusement rides # 4
Yevtushenko O., Siryk A. Creating intelligent agent model for information management systems of power facilities in food industry enterprises # 5
Siryk A., Yevtushenko O. Using multi-agent technologies to increase the level of safety in the energy sector of food industry # 6

Processes and Equipment for Food Industries

Dudko S. Mathematical model and machine calculation algorithm of tunnel baking oven's heat exchange subsystem # 1
Mazurenko O., Samsonov V., Vorobiev L. Dynamic prediction of level and speed of temperature increase of a damaged knot of turbogenerator # 1
Martseniuk A. Intensification of absorption processes using the regime methods # 1
Pogorily T., Mironchuk V., Shtangeev K. Analytical expressions for determining cellular systems contact time with the heating tube surface of vacuum apparatus heating chamber # 1
Dolomakin Y. Effect of temperature on rheological characteristics of liquid wheat sourdough # 1
Dolinsky A., Avdeeva L., Zhukotsky E., Makarenko A. Research of operational parameters of hydrodynamic cavitation at processing complex heterogeneous systems # 1
Sharkova N., Turchina T., Dekusha G., Kozak M. Research of spray drying of protein-mineral extract # 2
Sokolenko A., Shevchenko A., Martseniuk A. Regime methods of the mass transfer intensification # 2
Pogorily T. Temperature distribution in the sucrose solution–sugar crystal–massecuite cells under their various location in the heating tube # 2
Petrenko V., Pryadko M., Riabchuk O. Film thickness in downstream ring film flows with interfacial interaction # 3
Dolinsky A., Konyk A., Radchenko N. Influence of instantaneous depressurization on properties of water. High-frequency hydrodynamic vibrations # 3
Dolinsky A., Konyk A., Radchenko N., Tselen B. Influence of adiabatic boiling on water pH value # 4
Desyk M., Telychkun Yu., Lytovchenko I., Telychkun V. Mathematical modelling of heating the dough pieces of cylindrical shape # 4
Dubkovetskiy I., Malezhik I., Burlaka T. Influence of speed coolant on the main heat and mass transfer parameters of convective thermoradiation drying of cultivated mushrooms # 4
Yeshchenko O., Roman T., Mazurenko A. Experimental and statistical modeling of the drying of hats and stems of champignons # 4

- Beseda S., Litovchenko I.* Energetic performance of raw meat pneumatic conveying # 5
- Dolinsky A., Konyk A., Radchenko N., Tselen B.* Influence of adiabatic boiling on the properties of water # 5
- Pogorilyy T.* Regression equations for determining purity P and dry solids DS of intercrystalline sucrose solution at sugar massecuite boiling # 5
- Martseniuk A.* Application of periodic indignations for intensification of mass transfer at a film current # 5
- Rachok V., Telychkun Y., Telychkun V., Yanakyev C., Stefanov S., Symtychey A.* Effect of the temperature of matrix extruder molding surface on the quality of finished products # 5
- Turchun O., Miroshnyk V., Melnyk L., Matko S.* Modelling and optimization of the adsorbtion purification process of sortivka by shungite # 5
- Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Derenivska A.* Fundamentals of selection process of the equipment for Food Production packaging lines # 6
- Palamarchuk I., Tsurkan O., Prisyazhnyuk D., Poljevoda Y.* Rationalizing the scheme of vibro-ozonizing dryer for postharvest grain processing # 6
- Pogorilyy T.* Regression equations for determining density ρ of intercrystalline sucrose solution at sugar massecuite boiling # 6

Heat and Electricity

- Brzhezytskyi V., Laposha M., Maslyuchenko I., Protsenko O.* Regulations of electric field of the high-voltage coil by means of dielectric profiling # 2
- Izvolenskiy I., Semko D., Shesterenko V.* Influence of reactive power on the quality of operation of enterprises of milk processing industry # 2
- Brzhezytskyi V., Haran Y., Laposha N., Maslyuchenko I., Oleksandrenko S.* Testing high-voltage insulator for the permissible level of radiointerference # 3
- Grabova T., Haponych L.* Development of effective and eco-friendly media for high-temperature cooling # 4

Physical and Mathematical Sciences

- Gerasin O.* Methods for solving problems in geometric theory of probability on a plane # 1
- Ostrovaska O., Yuryk I.* Exact solutions of multi-dimensional non-linear wave equations # 1
- Baliuta S., Shesterenko V., Sofilkanych V.* Improving the quality of the output voltage of solar panels # 1
- Martynenko M.* Determining the attitude of the harmonic field by its preplanned flow in the spherical segment # 3
- Korol A., Vyshniak V., Litvynchuk S., Hutsalo I.* Effect of Fermi velocity on the transmission of the Dirac-Weyl quasi-electrons in a single-barrier graphene structure # 3
- Zinchenko T.* Calculation of the second-order non-linear regression function at the central composite rotatable design of experiment with any factor quantity # 3
- Gnatovskiy V., Medvid' N.* Use of correlation techniques in diffraction on periodic structures # 6

Food Technology

- Breus N., Bass O., Manoha L., Polischuk G.* Optimization of milk-based saccharine ice cream # 1

- Ryabokon N., Kochubei-Lytvynenko O., Chernyushok O.* Importance of introduction of canned condensed milk with fruit syrup to the daily diet of military servicemen # 1
- Drobot V., Silchuk T.* Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye-wheat bread # 1
- Pakhomova I.* Antioxidants of plant origin for fat-containing confectionery # 1
- Simakhina G., Ukrainets A.* Relationship between food structure and health as a conceptual framework for developing products for military personnel # 1
- Osokina N., Lubich V., Voziyan V.* Geometric characteristics of spelt grains depending on the variety # 1
- Strashynskiy I., Pasichnyi V., Fursik O.* Stabilization of parameters of minced meat for sausages using blend that contains protein # 1
- Popova N., Rybachok A., Pryshchepa Y., Lapina N.* Production technology of tinctures # 1
- Boiarchuk I., Shiyani P., Mudrak T., Kuts A.* Energy saving technology of distiller's wort # 1
- Bilyk E., Grischenko G., Khalikova E., Marynin A.* Use of complex baking improver "Freshness +" in bakeries products technology # 1
- Korzun V., Antonyuk I.* Technology of desserts of the directed functional action # 1
- Osokina N., Kostetska K.* Comparative estimation of grain of spring and winter wheat and spring triticale as the raw material for bread production # 2
- Popov M.* Oil production wastes: trends, problems and prospects # 2
- Kobets O., Arpul O., Dotsenko V., Zadkova S.* Vegetable oils as a source of functional ingredients # 2
- Koshova V., Mukoid R., Gurina O., Usach A.* Characteristics of different oat varieties # 2
- Naumenko K., Lyubtsova Yu.* Modeling of green sauce recipes with specified consumer properties # 2
- Ischenko V., Kochubei-Lytvynenko O., Sukhodolska N., Ischenko M.* Identification of different varieties of milk using instrumental and chemometric methods # 2
- Simakhina G., Khalapsina S.* Obtaining frozen half-products from wild berries with dense peel # 3
- Radzievska I., Melnik O.* Investigation of oxidative degradation of vegetable oils of various degrees of saturation with tocopherol # 3
- Mank V., Polonska T.* Vegetable oils compositions for cosmetic products # 3
- Popova N., Tkachenko V.* Improved recipe of enriched glazed curd cheese bar with filling # 3
- Roman T., Yeshchenko O., Ivanchenko M., Mazurenko A.* Differences in heat and chemical properties of the cap and the stem of champignon mushrooms # 3
- Dong N., Oliinyk S., Prybyl'skyy V.* Rice wort technology for the production of non-alcoholic fermented drinks # 3
- Kovtun Yu.* Dispersibility of butter paste plasma with nutrient complex having hepatoprotective properties # 3
- Stetsenko N., Simakhina G., Goyko I., Khalapsina S.* Research of antioxidant properties of anthocyanins as the perspective components for foodstuffs in extreme conditions of life activity # 4
- Pushka O., Gavrysh A., Nemirich A., Ishchenko T.* Technological properties of a culinary semi-finished product for pureed soup # 4
- Fomina I., Izmailova O.* Quality change of wheat cereals with increased bio-availability in the process of storage # 4
- Kravchenko M., Yaroshenko N.* Research of technological properties of vegetable powders # 4

<i>Silchuk T., Nazar M.</i> Effect of potato fiber on the main processes in the dough	# 4
<i>Zaparenko A., Oliinyk S., Samokhvalova O., Artamonova M.</i> Investigating quality indexes of grain wheat and emmer bread during its storage	# 4
<i>Khatskevych Yu., Sherbakova T., Selyutina G.</i> Use of blended oils in mayonnaise production	# 4
<i>Golovko M., Kuznetsova T., Golovko T., Sklyar A.</i> Studying the complex of hydrocolloids and establishing their mutual impact on the formed jelly structure	# 4
<i>Khomich G., Levchenko Y., Horobet A., Popova N.</i> Secondary processing products of chaenomeles as a source of biologically active substances	# 4
<i>Svyatnenko R., Ukrainets A., Marynin A., Kochubei-Lytvynenko O.</i> Effect of pulsed electric fields on the structure and properties of whole milk	# 4
<i>Podkovko O.</i> Reasoning for technological modes of new kinds of butter paste production	# 5
<i>Ustyenko I., Breus N., Polischuk G.</i> Scientific basis for emulsion composition intended for normalization of milk-containing products	# 5
<i>Solodko L., Simakhina H.</i> Perspectives of using purslane for obtaining health food	# 5
<i>Dorohovich A., Bozhok O.</i> Analysis of manufacturing chewing caramel of dietary and functional use as a big technological system	# 5
<i>Rak V., Yurchak V.</i> Enriching hops bread with calcium	# 5
<i>Bondar N., Sharan L., Hubenia V., Dytiuk Yu.</i> Improving the technology of minced meat semi-finished products by using lupine dietary fibers	# 5
<i>Ukrainets A., Pasichniy V., Zheludenko Y., Zadkova S.</i> Determining shelf life of cooked broiler chicken sausage products	# 5
<i>Peshuk L., Ivanova T., Gavalko Y.</i> Prospects for using secondary quercetine materials (onion and garlic peels) and medical plants to create special meat products	# 5
<i>Kobets E., Desyk M., Arpul O., Dotsenko V., Telychkun V.</i> Use of vacuum cooling in the technology of biscuit semi-finished products	# 6
<i>Pogozhikh M., Golovko T., Polupan V., Bakirov M., Parhomenko L.</i> Rationale for production technology of the J-Se functional additive in powder form	# 6
<i>Novgorodska N., Blashchuk V.</i> Using protein-fat emulsions for cooked sausage production	# 6
<i>Osokina N., Kostetska K.</i> Technological properties of corn hybrid grains	# 6
<i>Kolianovska L.</i> Improving the production technology of oil extraction	# 6
<i>Sabadash N., Pasichnyi V., Marynin A., Bakmut Z.</i> Efficiency of cleaning wool-wax water using enzyme complex	# 6
<i>Karputina M., Khageliia D.</i> Harmless technologies in the production of soft drinks from natural plant raw material	# 6
<i>Vlasenko I., Vlasenko V., Semko T.</i> Improving the technology of Mozzarella-manzar functional purpose cheese	# 6

Chemical Sciences

<i>Zinchenko N., Simurova N., Mazur L., Kucher N.</i> Study of the swelling process of inulin in organic solvents	# 2
<i>Ayrapetova V., Grabovska O., Sabadash N., Fesich I.</i> Thermographic research of charge for the synthesis of oxide-polymer composites based on ZnO	# 2
<i>Kronikovskii O., Kotlyar E., Didenko V.</i> Polyethers as a class of selective reagents	# 2
<i>Oseiko N., Romanovska T., Lyahovetskiy D.</i> Description of washing solutions for primary wool processing	# 5
<i>Damyanova S., Stoyanova A., Atanasova T., Bozov P.</i> Chemical composition of essential oil from <i>Salvia aethiopsis</i> L. from Bulgaria	# 5

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 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 вчитаних роздруковок 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, українською та російською мовами).
3. Ініціали та прізвища авторів англійською, українською та російською мовами (не більше чотирьох авторів).
4. Анотація англійською, українською та російською 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, українською та російською 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;
 - постановка завдання (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 ДСТУ 3582:2013. У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання. Не допускається посилання 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.