



2018

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 24 № 2

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

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2018

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 # 10 from 26th of April, 2018

© NUFT, 2018

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 № 10 від 26 квітня 2018 року

© НУХТ, 2018

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор Editor-in-Chief

Анатолій Українець
Anatoliy Ukrainets

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

Заступник головного редактора Deputy chief editor

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

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

Відповідальний секретар Accountable secretary

Юрій Пенчук
Yuriy Penchuk

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

Члени редакційної колегії:

Анатолій Зайнчковський
Anatoly Zainchkovskiy

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

Анатолій 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

Василь Пасічний
Vasyl Pasichnyi

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

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 Поліщук Nalya Polishchuk	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., 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, Lithuan
Єлизавета Костенко Jelyzaveta Kostenko	д-р хім. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Іван Малезик Ivan Malezhyk	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 Арсенєвса Larisa Arsenyeva	д-р техн. 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
Наталія Гусятинська Natalia Gusyatyńska	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Литвиненко Oleksandr Lytvynenko	д-р техн. 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
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

Лобок О.П., Гончаренко Б.М., Савицька Н.М., Віхрова Л.Г. Визначення *d*-області стійкості дробових лінійних динамічних систем

Бойко Р.О., Власенко Л.О., Гладка М.В. Інформаційні технології комплексування методів керування організаційно-технічними (технологічними) системами

Біотехнологія і мікробіологія

Берегова Х.А., Сидор І.В., Никитюк Л.В., Пирог Т.П. Порівняльна характеристика поверхнево-активних речовин *Nocardia vacinii* IMV B-7405 і препарату Фітолавін як засобів від бактеріозів

Скροцький С.О. Органовмісні відходи виробництва як субстрати для біосинтезу бутанолу бактеріями роду *Clostridium*

Економіка і соціальний розвиток

Труш Ю.Л., Зайчківський А.О. Якість сировини на підприємствах хлібопекарської галузі: теоретичний і практичний аспект

Коняга А.В., Дунда С.П. Теоретичні підходи до визначення поняття розвитку підприємства

Головань О.О., Олійник О.М., Маркова С.В., Олійник М.О. Реалізація стратегії глокалізації на вітчизняному ринку харчових продуктів

Страшинська Л.В., Страшинський В.І. Урахування споживчих пріоритетів при виході вітчизняних підприємств на зовнішні продовольчі ринки

Пенчук Г.С. Оцінка результативності діяльності підприємств молочної галузі України

Менеджмент

і стратегічне управління

Микитенко Н.В., Дубініна В.В. Дослідження бізнес-процесів підприємств роздрібною торгівлі за допомогою методів якісного аналізу

Міненко М.А. Механізм адміністрування діяльності суб'єкта господарювання

Науки про життя

Українець А.І., Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Аюрведичні та європейські канони здоров'я

Охорона праці і цивільний захист

Гудович О.Д., Заєць В.А. Забезпечення підготовки студентів у системі вищої освіти України з дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист»

Процеси і апарати харчових виробництв

Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Максименко І., Степанець О.І. Динамічні параметри процесів анаеробного бродиння

CONTENTS

Automation and Information Technologies

7 Lobok O., Goncharenko B., Savitskaya N., Vihrova L. Determination of the *d*-domain of stability of linear dynamical systems with fractional order

16 Boyko R., Vlasenko L., Gladka M. Information technologies of integration of management methods by organizational and technical (technological) systems

Biotechnology and Microbiology

26 Berehova Kh., Sydor I., Nykytiuk L., Pirog T. Comparative characteristics of *Nocardia vacinii* IMV B-7405 surface active substances and Phytolavin preparation as agents from bacteriosis

34 Skrotskyi S. Organic industrial wastes as substrates for butanol biosynthesis by *Clostridium* bacteria

Enterprise Economy and Social Development

44 Trush U., Zainchovskiy A. Quality of raw materials at the enterprises of the bakery industry: theoretical and practical aspects

52 Koniaha A., Dunda S. Theoretical approaches to defining the concept of development of the enterprise

60 Holovan O., Oliynyk O., Markova S., Oliynyk M. Implementation of the globalization strategy at the domestic food market

68 Strashynska L., Strashynsky V. Consideration of consumer priorities at expenditure of domestic enterprises on external food markets

79 Penchuk G. Dairy industry in Ukraine: evaluation of business efficiency

Business Administration and Strategic Management

93 Mikitenko N., Dubinina V. Research of business processes of retail trade enterprises by quality analysis methods

104 Minenko M. Mechanism of administration of an entity's activity

Life Sciences

112 Ukrayinets A., Simakhina G., Naumenko N. Ayurvedic and european canons of health

Occupational Health and Civil Protection

122 Gudovych O., Zayets V. Provision of students training on disciplines "Safety of life" and "Civil protection" in the system of higher education in Ukraine

Processes and Equipment for Food Industries

130 Sokolenko A., Shevchenko O., Maksymenko I., Stepanets O. Dynamic parameters of anaerobic processes

- Сінат-Радченко Д.С., Масліков М.М.* Наближена оцінка термінів зберігання заморожених харчових продуктів 139 *Sinat-Radchenko D., Maslikov M.* The approximate estimation of the expiration date of frozen food
- Нескуба О.О., Чепелик О.М., Чепелик О.О.* 146 *Nescuba O., Chepeliuk O., Chepeliuk O.* Визначення параметрів теплового оброблення ковбаси вареної «Лікарська» в універсальній термокамері Definition of the heat treatment parameters of the cooked sausage «Likarska» in the universal smoking-cooking chamber
- Рачок В.В., Гудзенко В.С., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І.* 154 *Rachok V., Gudzenko V., Telychkun Y., Telychkun V.* Формування структури пшеничного тіста в процесі замішування Formation of the structure of wheat dough during the process of kneading

Тепло- і енергопостачання

- Галдінов М.В., Пешко В.А., Риндюк Д.В., Черноусенко О.Ю., Лементар С.Ю.* 163 *Haldinov M., Peshko V., Rindyuk D., Chernousenko O., Lementar S.* CFD-моделювання процесу піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження у побутових твердопаливних котлах CFD-simulation of the pyrolysis process of high-temperature decomposition of raw materials of plant origin in household solid-fuel boilers

Heat and Electricity

Харчові технології

- Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф.* 175 *Medvid I., Shydlovska O., Dotsenko V.* Дослідження впливу амілолітичних ферментів на мікробіологічні процеси в тісті та якість рисового хліба The research of influence of amylolytic enzymes on microbiological processes in the dough and quality of rice bread
- Шевченко А.О.* 187 *Shevchenko A.* Біохімічні процеси в тісті для діабетичних булочних виробів, збагачених білками та харчовими волокнами Biochemical processes in the dough for diabetic bakery products, enriched with proteins and food fibers
- Заморська І.Л.* 195 *Zamorska I.* Анатомічна будова заморожених ягід суниці залежно від попередньої обробки Anatomic structure of frozen strawberries depending on previous processing
- Гнітєвич В.А., Гончар Ю.М.* 202 *Gnitsevych V., Honchar Y.* Дослідження процесу ферментолізу м'якоті гарбуза Investigation the process of fermentation of pumpkin pulp
- Устименко І.М., Корх Н.С., Тетеріна С.М., Поліщук Г.Є.* 209 *Ustymenko I., Korh N., Teterina S., Polischuk G.* Аналіз мікробіологічних показників харчових емульсій Analysis of microbiological indicators of food emulsions
- Мудрак Т.О., Куц А.М., Ковальчук С.С., Боярчук Я.А.* 216 *Mudrak T., Kuts A., Kovalchuk S., Boiarchuk I.* Селекція та скринінг рас спиртових дріжджів при зброджуванні висококонцентрованого сусла з крохмалевмісної сировини Selection and screening of spirituous yeast race when fermentation of wort with high concentration from starchy raw material takes place
- Москалюк О.Є.* 225 *Moskalyuk O.* Дослідження термінів зберігання м'ясних паштетів функціонального призначення Study of the terms of storage of meat paste of functional appointment
- Кравченко М.Ф., Михайлик В.С., Ярошенко Н.Ю.* 232 *Kravchenko M., Mykhailyk V., Yaroshenko N.* Технологія пісочного печива з пектином Technology of shortcake with pectin
- Олійник С.І., Прибильський В.Л., Самченко І.О., Тарасюк Л.А.* 238 *Oliinyk S., Prybyl'skyi V., Samchenko I., Tarasiuk L.* Застосування природних мінеральних матеріалів у механічному очищенні води для напоїв Using natural mineral materials for mechanical water treatment for drinks
- Долінський А.А., Ободович О.М., Сидоренко В.В., Гусятинська Н.А.* 247 *Dolinsky A., Obodovych O., Sydorenko V., Husiatynska N.* Реалії сьогодення та перспективи майбутнього підготовки питної і технологічної води The realities of the present and future prospects of drinking and technological water

DETERMINATION OF THE *D*-DOMAIN OF STABILITY OF LINEAR DYNAMICAL SYSTEMS WITH FRACTIONAL ORDER

O. Lobok, B. Goncharenko, N. Savitskaya

National University of Food Technologies

L. Vihrova

Central Ukrainian National Technical University

Key words:

*Stabilization region
Fractional derivatives
Fractional integrals
 $PI^\lambda D^\mu$ -regulator of fractional order
PI-regulator
D-split method
Laplace transform for dipereintegrator*

Article history:

Received 01.03.2018
Received in revised form 21.03.2018
Accepted 11.04.2018

Corresponding author:

B. Goncharenko

E-mail:

GoncharenkoBN@i.ua

ABSTRACT

In the article the solution of the problem of the selection of the region of stability of linear dynamical systems with $PI^\lambda D^\mu$ -regulator of fractional order is given. Using the D-split method, we obtain analytical formulas that determine the limits of the region of stable stabilization of the “object + fractional-regulator” system. The obtained results relate to the control system for biological purification of contaminated water by active sludge.

The boundary between areas where the system is stable or unstable, in the configuration settings space k_p, k_i, k_d of the fractional controller $PI^\lambda D^\mu$ -consists of three parts: $\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma_\omega + \Gamma_\infty$. The constituent Γ_0 is determined from the condition of intersection of the real root of the characteristic equation of the imaginary axis s -plane with $s = 0$. The constituent Γ_ω is determined by the condition of intersection of a pair of complexly connected roots of the imaginary axis at $s = j\omega$, where $j = \sqrt{-1}$ is the imaginary unit. The constituent Γ_∞ is determined by intersection of the real roots of the quasi-polynomial of the imaginary axis with $s = \infty$ and can be determined from the condition $p_n = 0$.

On the basis of the D-split method, we obtain analytical expressions that describe the boundaries of the global region of the stability of linear dynamic systems of the fractional order of the “input-output” type with the fractional $PI^\lambda D^\mu$ -regulators. An appropriate algorithmic software was developed, which is not given in this article.

Further research may be related to the search for both optimal adjustment parameters and fractional orders of the diperegenerators included in the regulator, according to some chosen optimality criterion.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-3

ВИЗНАЧЕННЯ D-ОБЛАСТІ СТІЙКОСТІ ДРОБОВИХ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

О.П. Лобок, Б.М. Гончаренко, Н.М. Савицька

Національний університет харчових технологій

Л.Г. Віхрова

Центральноукраїнський національний технічний університет

У статті наведено розв'язок задачі виділення області стійкої стабілізації лінійних динамічних систем з $PI^\lambda D^\mu$ -регулятором дробового порядку. Завдяки використанню методу D -розбиття отримано аналітичні формули, що визначають межі області стійкості системи «об'єкт» + «дробовий $PI^\lambda D^\mu$ -регулятор» стосовно автоматичного керування процесом біологічного очищення забруднених вод активним мулом.

Границя між областями, де система стійка або нестійка, в просторі параметрів налаштувань k_p , k_i , k_d дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора складається з трьох частин: $\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma_\omega + \Gamma_\infty$. Складова Γ_0 визначається з умови перетину дійсним коренем характеристичного рівняння уявної осі s -площини при $s = 0$. Складова Γ_ω визначається з умови перетину парою комплексно сполучених коренів уявної осі при $s = j\omega$, де $j = \sqrt{-1}$ — уявна одиниця. Складова Γ_∞ визначається перетином дійсними коренями квазіполінома (10) уявної осі при $s = \infty$ і може бути визначена з умови $p_n = 0$.

На основі методу D -split отримано аналітичні вирази, що описують межі глобальної області стійкості лінійних динамічних систем дробового порядку типу «вхід-вихід» з дробовими $PI^\lambda D^\mu$ -регуляторами. Розроблено відповідне алгоритмічне програмне забезпечення, яке не наведено в цій статті. Оцінено ефективність результатів виділення стійкості в умовах застосування дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані з пошуком як оптимальних параметрів коригування, так і дробових налаштувань диференціаторів, включених у регулятор, відповідно до вибраного критерію оптимальності.

Ключові слова: область стабілізації, дробові похідні, дробові інтеграли, $PI^\lambda D^\mu$ -регулятор дробового порядку, PI -регулятор, метод D -розбиття, перетворення Лапласа для диференціатора.

Постановка завдання. З початку розвитку теорії інтегро-диференціального числення дробового порядку [1] її перші застосування в задачах керування з'явилися тільки близько 50 років тому [2]. Дробове числення стало ефективним інструментом для опису численних різноманітних динамічних систем. Класичні результати теорії PID -регулювання поширилися на регулятори дробового порядку, які позначають як $PI^\lambda D^\mu$, де λ і μ —

порядки інтегрування і диференціювання сигналу похибки, які можуть мати дійсні нецілі (дробові) значення [3; 4].

Відома задача виділення глобальної області стійкості (метод D -розбиття) вимагала поширення на дробові динамічні системи в просторі параметрів налаштування $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора залежно від значення порядків степенів λ і μ .

Метою статті є застосування методу D -розбиття до систем автоматичного керування технологічними процесами з дробовими регуляторами.

Викладення основних результатів дослідження. Фундаментальний оператор ${}_a D_t^\gamma$ часто називають диферінтегратором, який, за визначенням Грюнвальда-Летникова, для порядку γ має вигляд:

$${}_a D_t^\gamma f(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1}{h^\gamma} \sum_{j=0}^{\lfloor (t-a)/h \rfloor} (-1)^j \binom{\gamma}{j} f(t-jh), \quad (1)$$

де $\binom{\gamma}{j} = \frac{\Gamma(\gamma+1)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\gamma-j+1)}$; $\Gamma(x)$ — гама функція Ейлера; $h > 0$ — приріст часової координати; $f(x)$ — функція, до якої застосовується оператор диферінтегрування; $[\cdot]$ — означає цілу частину числа. Це визначення показує, що цілочисельні похідні вимагають використання кінцевих рядів, а дробові — нескінченного числа членів ряду.

Доведено [5], що перетворення Лапласа, яке є основою визначення поняття передавальної функції, для диферінтегратора має вигляд:

$$L\{ {}_0 D_t^\gamma f(t) \} = \int_0^\infty e^{-st} {}_0 D_t^\gamma f(t) dt = s^\gamma F(s) - \sum_{j=0}^{n-1} s^j (-1)^j {}_0 D_t^{\gamma-j-1} f(t) \Big|_{t=0}, \quad (2)$$

де $F(s) = L\{ f(t) \}$ — звичайне перетворення Лапласа функції $f(x)$; n — ціле число, яке задовольняє умову $n-1 < \gamma \leq n$.

Відзначимо, що якщо ${}_0 D_t^{\gamma-j-1} f(t) \Big|_{t=0} = 0$, $j = 0, 1, 2, \dots, n-1$, то з (2) випливає, що $L\{ {}_0 D_t^\gamma f(t) \} = s^\gamma F(s)$.

Передавальна функція дробового порядку задається таким виразом:

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{b_n s^{\beta_n} + b_{n-1} s^{\beta_{n-1}} + \dots + b_1 s^{\beta_1} + b_0 s^{\beta_0}}{a_n s^{\alpha_n} + a_{n-1} s^{\alpha_{n-1}} + \dots + a_1 s^{\alpha_1} + a_0 s^{\alpha_0}} = \frac{\sum_{i=0}^n b_i s^{\beta_i}}{\sum_{i=0}^n a_i s^{\alpha_i}}, \quad (3)$$

де $a_i, b_i, \beta_n > \beta_{n-1} > \dots > \beta_1 > \beta_0 \geq 0, \alpha_n > \alpha_{n-1} > \dots > \alpha_1 > \alpha_0 \geq 0$ — довільні дійсні числа.

У часовій області передавальної функції (3) відповідає неоднорідне диференціальне рівняння дробового порядку виду:

$$\sum_{i=0}^n a_i D^{\alpha_i} y(t) = \sum_{i=0}^n b_i D^{\beta_i} u(t), \quad (4)$$

де $y(t)$ — вихід, а $u(t)$ — вхід об'єкта керування; ${}_a D_t^\gamma$ — диферінтегратор.

Передавальна функція дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора має вигляд:

$$C(s) = k_p + k_i s^{-\lambda} + k_d s^\mu, \quad (5)$$

де λ і μ — дробові порядки, значення яких належить до області $(0, 2)$; k_p , k_i , k_d — налаштовувальні параметри регулятора.

У часовій області передавальній функції (5) відповідає керування виду

$$u(t) = k_p \cdot e(t) + k_i \cdot ({}_0 D_t^{-\lambda} e(t)) + k_d \cdot ({}_0 D_t^\mu e(t)), \quad (6)$$

де ${}_0 D_t^\gamma$, як зазначалося вище, диферінтегратор.

Відповідно до означеної мети статті підмета дослідження полягає в тому, щоб віднайти методом D -розбиття область стійкості динамічної системи «об'єкт + регулятор» при допустимих значеннях параметрів налаштувань k_p, k_i, k_d дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора, які стабілізують об'єкт керування.

Це важливо і при конструюванні $PI^\lambda D^\mu$ -регуляторів, і для пошуку оптимальних налаштувань регуляторів на знайденій параметричній області стабілізації за обраним критерієм.

Передавальна функція замкненої системи «об'єкт + регулятор» має загальний вигляд:

$$W(s) = \frac{C(s)G(s)}{1 + C(s)G(s)} = \frac{Q(s)}{P(s)}, \quad (7)$$

де

$$Q(s) = \sum_{j=0}^n [k_p b_j s^{\lambda+\beta_j} + k_i b_j s^{\beta_j} + k_d b_j s^{\lambda+\mu+\beta_j}]; \quad (8)$$

$$P(s) = \sum_{j=0}^n [a_j s^{\lambda+\alpha_j} + k_p b_j s^{\lambda+\beta_j} + k_i b_j s^{\beta_j} + k_d b_j s^{\lambda+\mu+\beta_j}]. \quad (9)$$

Область стійкості, яку позначимо через S , в просторі параметрів знаходиться за умови приналежності до лівої напівплощини комплексної s -площини всіх дійсних частин коренів характеристичного квазіполінома $P(s)$, який для зручності подамо у вигляді:

$$P(s) = \sum_{j=0}^n p_j s^{q_j} = p_n s^{q_n} + p_{n-1} s^{q_{n-1}} + \dots + p_1 s^{q_1} + p_0 s^{q_0}, \quad (10)$$

де q_j — впорядковані дробові порядки степенів, причому $q_n > q_{n-1} > \dots > q_0$; p_j — коефіцієнти, які визначаються коефіцієнтами передавальної функції

об'єкта керування і параметрами налаштувань k_p, k_i, k_d дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора.

Для виділення області стійкості системи (об'єкта керування з регулятором) використовуємо метод D -розбиття простору параметрів [6]. Нагадаємо, що згідно з цим методом границя між областями, де система (стійка або нестійка), в просторі параметрів налаштувань утворюється трьома частинами: $\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma_\omega + \Gamma_\infty$.

Складова Γ_0 визначається з умови перетину дійсним коренем характеристичного рівняння уявної осі s -площини при $s=0$. Тобто складову Γ_0 знаходять шляхом підстановки $s=0$ в рівняння $P(s)=0$, де $P(s)$ визначається рівнянням (10). Звідси випливає, що Γ_0 може бути визначена з умови $p_0=0$, якщо значення найменшого порядку q_0 дорівнює 0, тобто при $s^{q_0}=1$. Якщо $q_0 \neq 0$, тобто $s^{q_0} \neq 1$, то границі Γ_0 не існує. Складова Γ_ω визначається з умови перетину парою комплексно сполучених коренів уявної осі при $s=j\omega$, де $j=\sqrt{-1}$ — уявна одиниця. В цьому випадку квазіполіном (10) стає нестійким і дійсна й уявна частини рівняння $P(j\omega)=0$ починають дорівнювати нулю одночасно.

Складова Γ_∞ визначається перетином дійсними коренями квазіполінома (10) уявної осі при $s=\infty$ і може бути визначена з умови $p_n=0$.

Застосовуючи ці передумови до досліджуваної системи «об'єкт + регулятор» і аналізуючи характеристичний квазіполіном (9), приходимо до висновку, що складові Γ_0 та Γ_∞ границі області стійкості являють собою прямі лінії:

$$\Gamma_0 \text{ — лінія: } \begin{cases} k_i = 0, & \text{при } s^{\beta_0} = 1, \\ \text{не існує,} & \text{при } s^{\beta_0} \neq 1, \end{cases}$$

$$\Gamma_\infty \text{ — лінія: } \begin{cases} k_d = 0, & \text{при } (\alpha_n = \beta_n) \text{ або } (\alpha_n > \beta_n \text{ і } \mu > \alpha_n - \beta_n), \\ k_d = -a_n / b_n, & \text{при } (\alpha_n > \beta_n \text{ і } \mu = \alpha_n - \beta_n), \\ \text{не існує,} & \text{при } (\alpha_n > \beta_n \text{ і } \mu < \alpha_n - \beta_n). \end{cases}$$

Для побудови складової Γ_ω підставим $s=j\omega$ в рівняння $P(s)=0$, де $P(s)$ — квазіполіном (9). Тоді отримаємо:

$$P(j\omega) = \sum_{j=0}^n \left[a_j (j\omega)^{\lambda+\alpha_j} + k_p b_j (j\omega)^{\lambda+\beta_j} + k_i b_j (j\omega)^{\beta_j} + k_d b_j (j\omega)^{\lambda+\mu+\beta_j} \right] = \quad (11)$$

$$= \operatorname{Re}\{P(j\omega)\} + j \cdot \operatorname{Im}\{P(j\omega)\} = 0,$$

де $\operatorname{Re}\{P(j\omega)\}$ та $\operatorname{Im}\{P(j\omega)\}$ означають, відповідно, дійсну та уявну частини квазіполінома $P(j\omega)$.

Для подальшого перетворення виразу (11) пригадаємо, що нецілий степінь комплексного числа $(\sigma + j\omega)^\gamma$ може бути вирахований за формулою Муавра-Лапласа:

$$(\sigma + j\omega)^\gamma = (\sigma^2 + \omega^2)^{\gamma/2} [\cos(\gamma\varphi) + j \sin(\gamma\varphi)], \quad (12)$$

де $\varphi = \arctan(\omega/\sigma)$; σ — дійсна частина, ω — уявна частина; γ — дробовий порядок комплексного числа.

Вираз j^γ у рівнянні (11) може бути представлений згідно з формулою (12) так:

$$j^\gamma = \cos\left(\frac{\pi}{2}\gamma\right) + j \sin\left(\frac{\pi}{2}\gamma\right). \quad (13)$$

Далі, прирівнявши до нуля дійсну і уявну частину рівняння (11), з урахуванням формули (13) отримаємо:

$$\begin{cases} \operatorname{Re}\{P(j\omega)\} = k_p R_{1p}(\omega) + k_i R_{1i}(\omega) + k_d R_{1d}(\omega) + H_1(\omega) = 0, \\ \operatorname{Im}\{P(j\omega)\} = k_p R_{2p}(\omega) + k_i R_{2i}(\omega) + k_d R_{2d}(\omega) + H_2(\omega) = 0, \end{cases} \quad (14)$$

де

$$\begin{aligned} R_{1p}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\lambda+\beta_j} \cos\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \beta_j)\right), & R_{1i}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\beta_j} \cos\left(\frac{\pi}{2}\beta_j\right), \\ R_{1d}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\lambda+\mu+\beta_j} \cos\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \mu + \beta_j)\right), & H_1(\omega) &= \sum_{j=0}^n a_j \omega^{\lambda+\alpha_j} \cos\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \alpha_j)\right), \\ R_{2p}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\lambda+\beta_j} \sin\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \beta_j)\right), & R_{2i}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\beta_j} \sin\left(\frac{\pi}{2}\beta_j\right), \\ R_{2d}(\omega) &= \sum_{j=0}^n b_j \omega^{\lambda+\mu+\beta_j} \sin\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \mu + \beta_j)\right), & H_2(\omega) &= \sum_{j=0}^n a_j \omega^{\lambda+\alpha_j} \sin\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \alpha_j)\right). \end{aligned}$$

Система лінійних рівнянь (14) містить більше невідомих (k_p, k_i, k_d), ніж число рівнянь, тому для однозначного її розв'язання один із параметрів системи мусить бути обраний довільно. Якщо за такий параметр обрати коефіцієнт k_p , то система (14) стає системою лінійних алгебраїчних рівнянь другого порядку щодо невідомих k_i та k_d , розв'язок якої має вигляд:

$$k_i = \frac{\Delta_i(\omega)}{\Delta(\omega)}, \quad k_d = \frac{\Delta_d(\omega)}{\Delta(\omega)}; \quad (15)$$

$$\Delta_i(\omega) = R_{1d}(\omega)H_2(\omega) - R_{2d}(\omega)H_1(\omega) + k_p (R_{1d}(\omega)R_{2p}(\omega) - R_{1p}(\omega)R_{2d}(\omega)),$$

$$\Delta_d(\omega) = R_{2i}(\omega)H_1(\omega) - R_{1i}(\omega)H_2(\omega) + k_p (R_{1p}(\omega)R_{2i}(\omega) - R_{1i}(\omega)R_{2p}(\omega)), \quad (16)$$

$$\Delta(\omega) = R_{1i}(\omega)R_{2d}(\omega) - R_{1d}(\omega)R_{2i}(\omega) = \omega^{\lambda+\mu} \sin\left(\frac{\pi}{2}(\lambda + \mu)\right) \left(R_{1i}^2(\omega) + R_{2i}^2(\omega)\right).$$

Застосуємо тепер ці результати для виділення області стійкості системи керування біологічним очищенням забруднених вод активним мулом з дробовим $PI^\lambda D^\mu$ -регулятором. За припущення, що кінетика процесу зростання біомаси описується рівнянням Моно [7], у [8] була отримана лінеаризована модель біоочисної системи «аеротенк + відстійник» у вигляді математичної моделі з одним входом і одним виходом:

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + bu(t), \quad y(t) = x_2(t) = c^T x(t), \quad (17)$$

де $x(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t))^T$ — вектор стану, в якому $x_1(t), x_2(t)$ — відповідно, концентрація біомаси і субстрату в аеротенку; $x_3(t)$ — концентрація рециркулюючої біомаси з відстійника в біореактор-аеротенк; $u(t)$ — одномірний функція керування — швидкість розведення (аналог об'ємної швидкості потоку); $y(t)$ — спостережуваний вихід системи — концентрація субстрату.

Системна матриця A і вектори b і c в моделі (17) визначаються таким чином:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}, \quad c = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix},$$

де

$$\begin{aligned} a_{1,1} &= \mu_{\max} \frac{x_2^*}{k_s + x_2^*} - (1+r)u^*, \quad a_{1,2} = \mu_{\max} k_s \frac{x_1^*}{(k_s + x_2^*)^2}, \quad a_{1,3} = ru^*, \\ a_{2,1} &= -\frac{\mu_{\max}}{Y} \frac{x_2^*}{k_s + x_2^*}, \quad a_{2,2} = -\frac{\mu_{\max} k_s}{Y} \frac{x_1^*}{(k_s + x_2^*)^2} - (1+r)u^*, \quad a_{2,3} = 0, \\ a_{3,1} &= (1+r)u^*, \quad a_{3,2} = 0, \quad a_{3,3} = -(\beta+r)u^*, \\ b_1 &= -(1+r)x_1^* + rx_3^*, \quad b_2 = -(1+r)x_2^* + s_{in}, \quad b_3 = -(\beta+r)x_3^* + (1+r)x_1^*. \end{aligned}$$

Тут позначено: u^* — задане номінальне керування, $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)^T$ — відповідний йому обчислений вектор рівноважного стану; μ_{\max} — максимальна питома швидкість росту біомаси; k_s — константа насичення, що визначається експериментальним шляхом; s_{in} — концентрація субстрату у вхідному потоці; Y — чинник виходу (прибутковості) біомаси; r, β — коефіцієнти, що визначають, відповідно, відношення рециркуляційного потоку і потоку відходів біомаси до вхідного потоку.

У частотній області модель (17) може бути представлена у вигляді:

$$Y(s) = G(s)U(s),$$

де $U(s)$, $Y(s)$ — перетворення Лапласа, відповідно, входу і виходу; $G(s)$ — передавальна функція об'єкта керування.

$$G(s) = c^T (sE - A)^{-1} b = \frac{c^T \text{adj}(sE - A) b}{\det(sE - A)} = \frac{p_2 s^2 + p_1 s + p_0}{s^3 + q_2 s^2 + q_1 s + q_0}. \quad (18)$$

Тут через $\text{adj}(sE - A)$ позначена приєднана матриця матриці $sE - A$, а коефіцієнти поліномів чисельника і знаменника p_i, q_i обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned} p_0 &= b_2 a_{11} a_{33} - b_1 a_{21} a_{33} - b_2 a_{13} a_{31}, \quad q_0 = a_{12} a_{21} a_{33} + a_{13} a_{31} a_{22} - a_{11} a_{22} a_{33}, \\ p_1 &= b_1 a_{21} - b_2 a_{11} - b_2 a_{33}, \quad q_1 = a_{11} a_{22} + a_{11} a_{33} + a_{22} a_{33} - a_{13} a_{31} - a_{12} a_{21}, \\ p_2 &= b_2, \quad q_2 = -a_{11} - a_{22} - a_{33}. \end{aligned} \quad (19)$$

Якщо керування $u(t)$ в часовій області конструювати в класі дробових $PI^\lambda D^\mu$ -регуляторів виду (5)

$$u(t) = -\left(k_p \cdot y(t) + k_i \cdot \left({}_0 D_t^{-\lambda} y(t)\right) + k_d \cdot \left({}_0 D_t^\mu y(t)\right)\right), \quad (20)$$

то передавальна функція системи «процес біоочищення + регулятор» буде визначатися виразом $W(s) = Q(s)/P(s)$, де $Q(s) = C(s)G(s)$, $P(s) = 1 + C(s)G(s)$, $C(s)$ — передавальна функція дробового регулятора, що визначається за формулою (5); $G(s)$ — передавальна функція об'єкта керування, що обчислюється за формулами (18), (19).

Для визначення області допустимих значень параметрів налаштування k_p, k_i, k_d дробового $PI^\lambda D^\mu$ -регулятора, який стабілізує роботу біочисної системи, використовувалися розрахункові формули (15), (16), що описують границі областей стійкості системи з дробовим регулятором. Обчислювальні експерименти для виявлення графічної залежності області стійкості від параметрів налаштування дробового регулятора проводилися в середовищі математичної системи MATLAB і будуть розглянуті в окремій статті.

Висновки

На основі методу D -розбиття отримані аналітичні вирази, які описують границі глобальної області стійкості лінійних динамічних систем дробового порядку типу «вхід-вихід» з дробовими $PI^\lambda D^\mu$ -регуляторами. Области стійкості побудовані на основі обчислювальних експериментів у просторі параметрів налаштування дробових $PI^\lambda D^\mu$ -регуляторів при фіксованих порядках диферентіації у складі регулятора. Розроблене відповідне алгоритмічно-програмне забезпечення, яке в цій статті не приведене. Очевидна можливість застосування методу до будь-яких лінійних об'єктів, динаміка яких описується рівнянням структури (17), а обмеження методу може бути пов'язане з

нелінійністю або з невизначеністю. Подальші дослідження можуть бути пов'язані з пошуком як оптимальних параметрів налаштування, так і дробових порядків диференціаторів, що входять у регулятор, згідно з деяким обраним критерієм оптимальності, а також і з виявленням графічної залежності D -області стійкості від параметрів k_p, k_i, k_d налаштування дробового регулятора.

Література

1. *Podlubny I.* Fractional Differential Equations / Mathematics in Sciences and Engineering, Vol. 198. — Academic Press, 1999. — 340 p.
2. *Tustin A., Allason J.T., Layton J.M., Jakeways R.J.*: The design of systems for automatic control of the position of massive object. / Proc. Inst. Electr. Eng. 105 (C-1), 1958, pp. 1—57.
3. *Podlubny I.* Fractional-order systems and PID controllers. IEEE Transactions on Automatic Control, 1999, vol. 44, pp. 208—214.
4. *Бутковский А.Г.* Дробное интегро-дифференциальное исчисление и его приложения в теории управления. II. Дробные динамические системы: моделирование и аппаратная реализация / А.Г. Бутковский, С.С. Постнов, Е.А. Постнова // Автоматика и телемеханика. — 2013. — № 5. — С. 3—34.
5. *Учайкин В.В.* Метод дробных производных. — Ульяновск, Артишок, 2008. — 512 с.
6. *Наташци S.E., Tan N.* Design of PI controllers for achieving time and frequency domain specifications simultaneously / ISA Trans. Vol. 45 (4), 2006, pp. 529—543.
7. *Nejjari F., Roux G, Dahhou B, Benhammou A.* Estimation and optimal control design of a biological wastewater treatment process / Mathematics and computers in simulation, vol. 48, 1999, pp. 269—280.
8. *Лобок О.П.* Моделювання оптимального автоматичного керування процесом біологічної очистки забруднених вод регуляторами дробового порядку / О.П. Лобок, Б.М. Гончаренко, М.А. Сич, Л.Г. Віхрова // Збірник наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. — Кропивницький : КНТУ. — 2017. — № 30. — С. 152—160.

INFORMATION TECHNOLOGIES OF INTEGRATION OF MANAGEMENT METHODS BY ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL (TECHNOLOGICAL) SYSTEMS

R. Boyko, L. Vlasenko, M. Gladka

National University of Food Technologies

Key words:

Organizational-technical (technological) systems Complexes Information technologies Technological complexes Management

Article history:

Received 05.03.2018
Received in revised form 29.03.2018
Accepted 16.04.2018

Corresponding author:

R. Boyko
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article considers the possibility of using information technologies for the integration of management methods by organizational and technological (technological) systems, as well as the problems that arise in the study of complex mechanisms of their management. The expansion of the classification of organizational-technical (technological) systems which ensue during the devolution from the considered separate mechanisms of management to the complex ones, is proposed. Thus, if some elementary mechanism is used in the basic model then the transition to one or the other of the first four expansions of the base model raises the problem of the complexation of elementary mechanisms — the construction of a new complex mechanism, represented in the form of a set of interconnected elementary mechanisms.

Particular attention is paid to modern control theory with different number of agents and mechanisms, when the increase of the number of agents and the number of mechanisms, it's expedient to consider as a classification for systematization of the results of modern theory of management of the OTS.

The problems of coordination of systems of technological complex with consideration of different situations are analyzed. The opportunity to carry out situational management based on the automation system for stabilization of technological variables and decision maintenance of support subsystem has been proved.

The expediency of using the subsystem of the development of neuro-fuzzy ANFIS structures was substantiated, which allowed to use fast algorithms for teaching neural networks based on the method of reverse error propagation.

The possibility of combining the modern methods of automated control theory and intellectual information technologies for obtaining of new results concerning the effective process of managing complex technological objects — technological complexes of continuous type in the class of organizational and technological (technological) systems is proved.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСУВАННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ (ТЕХНОЛОГІЧНИМИ) СИСТЕМАМИ

Р.О. Бойко, Л.О. Власенко, М.В. Гладка

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто можливість використання інформаційних технологій для інтеграції методів управління організаційно-технологічними (технологічними) системами, а також проблеми, що виникають при вивченні складних механізмів їх управління. Запропоновано розширення класифікації організаційно-технічних (технологічних) систем, що забезпечуються при передачі від розглянутих окремих механізмів управління до комплексних. Якщо в базовій моделі використовується елементарний механізм, то перехід до того чи іншого з перших чотирьох розширень базової моделі породжує проблему комплексування елементарних механізмів — побудову нового комплексного механізму, що представлений у вигляді сукупності взаємозв'язаних елементарних механізмів.

Особливу увагу приділено сучасній теорії керування для різної кількості агентів і механізмів. При збільшенні числа агентів і механізмів їх доцільно класифікувати для систематизації результатів сучасної теорії керування ОТС.

Проаналізовані задачі координації систем технологічного комплексу з урахуванням різних ситуацій. Доведено можливість здійснювати ситуаційне управління на основі системи автоматизації для стабілізації технологічних змінних і підсистеми підтримки прийняття рішень. Обґрунтовано доцільність використання підсистеми розробки нейронечітких структур ANFIS, що дало змогу застосовувати швидкі алгоритми навчання нейронних мереж, засновані на методі зворотного поширення помилки.

Доведено можливість об'єднання сучасних методів автоматизованої теорії керування та інтелектуальних інформаційних технологій для отримання нових результатів ефективного процесу керування складними технологічними об'єктами — технологічними комплексами неперервного типу в класі організаційно-технічних (технологічних) систем.

Ключові слова: *організаційно-технічні (технологічні) системи, комплекси, інформаційні технології, технологічні комплекси, управління.*

Formulation of the problem. In the automation of productions of various purposes in the food industry, technological complexes (TC) are distinguished in a separate class as an organizational-technical (technological) system (OTS). Known works dealing with various aspects of automation of certain technological processes and industries, but for continuous processing complexes (sugar, alcohol industry, etc.), such issues were not considered in conjunction with information technologies. The possibility of integrated use of existing methods and principles of management for obtaining new, more advanced systems is also considered.

In the known works for technological complexes of food industries automation tasks were considered, but insufficient attention was paid to the use of information technologies [1]. In systems for different purposes for managing technological and production processes, information technologies provide an opportunity to increase their emergence. In turn, the effect of the emergence, allows the system to acquire new (emerge) properties, which has none of its subsystems, but this is not a simple summation of the properties of individual parts, including used methods.

The aim of the research. Analysis of existing methods of managing complex technological objects, taking into account their advantages that can be complex, for obtaining control systems with new qualitative properties, but as a class of organizational and technological (technological) systems, with an assessment of the effectiveness of increasing the incidence of emerge through the use of information technologies and ensuring resource- and energy- efficiency, taking into account requirements for the volume and quality of products.

Presentation of the main results of the research. Under management from a variety of control systems distinguish a class of organizational and technological (technological) systems [2—4]. The importance of these systems is that information systems are part of them as components and, in fact, any enterprise, firm, corporation is such a system. In other words, real management is the management of complex organizational and technological (technological) systems, which in fact is the main source of improving the technical and economic indicators of the enterprise as a whole.

For the possibilities of complexing different methods and technologies and increasing the efficiency of production under the organizational-technical (technological) system (OTS), it is appropriate to understand the artificial, self-organizing, dynamic, organizational and technical set of interconnected elements intended for the production of commodity products, the provision of services or other activities that is executed by a person [5].

Systems of this type have the following properties and features:

- the variability in time of its own structure and functions performed;
- incomplete alignment of its structure with the objectives of the time-varying system or the vector of goals of the changing system;
- the variability of the goals of operation, due to changes in the environment or the actions of competitors;
- incomplete information on the operating conditions of the system;
- incomplete of formal criteria for decision-making on maintaining integrity and system development;
- inconsistency of decisions of the decision-maker (DM), whose actions may not respond predetermined goals and made decisions can provide a negative influence on the system;
- intelligence — means that with the accumulation of experience in the functioning of the OTS, there is an opportunity to improve its actions;
- the principle of “single management” means that in each complex organizational-technical (technological) system there is only one decision-maker.

Development of control system using information technologies can be used an approach that outlined in [6]. Let's consider the basic model of the OTS, which

includes one managed entity (agent) and one governing body (center) that makes decisions once and in full informative terms (Fig. 1) [7—10]. We have: at the input — the governing influence, at the output — the action of the controlled entity (state of the controlled system).

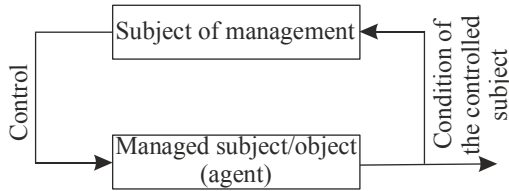


Fig. 1. Basic model of an organizational system

List the expansion of the basic model of the OTS [9].

1. Dynamic (participants make a decisions multiple times — expansion on the subject of management “functioning”).

2. Multi-elemental (there are several agents that make a decisions simultaneously and independently — expansion on the subject of management “component”).

3. Multi-level (have a three- and more levels hierarchical structure — expansion on the subject of management “structure”).

4. With distributed control (there are several centers that manage the same agents — expansion on the subject of management “structure”).

5. With uncertainty (the participants are not fully informed about the existing parameters — expansion on the subject of management “awareness”).

6. With restrictions on joint activities (there are global constraints on the collective choice of agents for their actions — expansion on the subject of management “the set of permissible strategies”).

7. With information message (one of the agents’ actions is to communicate information to each other and/or to the center — expansion on the subject of management “the set of acceptable strategies”).

Thus, if the basic model uses some elementary mechanism, then the transition to one or the other of the first four expansions of the base model (each of which can be regarded as a set of interconnected base models) raises the problem of the complexity of elementary mechanisms — the construction of a new integrated mechanism that presented in the form of a set of interconnected elementary mechanisms.

Another expansion of the model should be assumed the consideration of a comprehensive mechanism which is decomposed into a set of basic — OTS with a complex mechanism. However, unlike the expansions listed above, this expansions can not be applied to the basic OTS model; its application should be considered with one of the first four expansions of the base model. Increasing the number of agents and the number of mechanisms to systematize the results of the modern theory of OTS management, it is expedient to consider the classification given in Table.

Table. Expansions of qualification for complex mechanisms

Composition of the UTS	Complex of mechanisms
One center, one agent	Dynamic OTS with one agent and integrated mechanism. The center with one agent implements complex interaction, which can be considered as a dynamic OTS, in which at different stages the agent and the center interact within different mechanisms of control.
One center, several agents	Multi-element OTS with integrated mechanism that is decomposed by agents. The center interacts within the framework of each base mechanism or “subcomplex” of the mechanisms from which the complex is composed, with only one agent (or a subset of non-intersecting agents), a “catena” of subsystems are formed in the OTS.
	Multi-element OTS with integrated mechanism that is decomposed by mechanisms. The center implements equally complex interaction with each agent. The “classical” festive structure of the OTS is maintained.
	Multi-element OTS with integrated mechanism. The complex structure of an intersection of a subset of agents for each of the basic mechanisms.
	Multi-level OTS with integrated mechanism. Consideration of the basic mechanisms that related to the complex, there is a «delegation» of authority: within the framework of separate basic mechanisms, individual agents become intermediate-level centers and they allocate their subordinates from a subset of agents. At the same time, at different levels of the hierarchy different situations are possible from other sections of this classification.
A few centers, one agent	OTS with distributed control and with integrated mechanism that is decomposed by the centers. Within each base mechanism, an agent interacts with one center or subset of non-intersecting centers.
	OTS with distributed control and with integrated mechanism that is decomposed by mechanisms. All centers implement the same complex interaction with each of the agents. The “classical” festive structure of the OTS is maintained.
	OTS with distributed control and integrated mechanism. The complex structure of the intersection of a subset of centers for each of the basic mechanisms.

Also, complex mechanisms need to address a number of common problems:

- admissibility (satisfaction of system constraints);
- consistency (sufficient information, “concordance” of consistent inputs and outputs, acyclicity of decision-making procedures);
- completeness and optimality;
- operational (the possibility of a solution for an integrated mechanism of the synthesis problem, preferably analytical);
- imitation (stability) of the properties of mechanisms in relation to complexation / decomposition.

Procedures for the integration of various technologies and methods should be considered in various productions. For example, in [11] we considered the tasks of coordinating systems of the technological complex taking into account situations. The design of control systems is based on the following provisions:

TC as a control object has a hierarchical structure that can be described at the conceptual level as follows: process operator (elementary technological process) → general technological process (technological unit) → technological subsystem (branch) production (main, auxiliary) → enterprise (plant);

- in assessing the state of subsystems and TC as a whole, cognitive maps, fuzzy cognitive maps, counseling systems with fuzzy logic in the class «situation-action» or «situation-strategy-control-action» are used. Then the control system itself is not explicitly given, but implemented with the help of a fuzzy situational network in the form of a fuzzy weighted graph of transitions in reference situations depending on the initial and target situation;

- situations in which TC and its subsystems can be located are determined by the set of factors that are caused by technological deviations from the estimated (optimal) technological regimes, technological equipment (wear, breakage), power supply (steam, electricity, their cost and quality), the state of the automation system (technical means of software and information support);

- the determining factor is not only the identification of the situation (its identification), but also the forecasting of the development and adoption of adequate operational management decisions;

- for each department (subsystems of TC), several tens of technological variables and other assessments (equipment, power supply, automation) can be identified, which together determine the state of the object.

Accordingly, modern management is based on the automation system for stabilizing technological variables and the subsystem of decision support, which in turn allows for situational management [12].

Fuzzy situations are determined on the basis of the set of signs $\{y_1, y_2 \dots y_p\}$ the meaning of which describes the situation (state of the object, environment, control system). The fuzzy situation is described by a fuzzy set of the second level:

$$\tilde{S} = \{ \mu_s(y_i) / y_i, y_i \in Y \} \tag{1}$$

$$\mu_s(y_i) = \{ \mu_{\mu_s}(T_j^i / T_j^i), T_j^i \in T_i, \}$$

where: $\mu(y_i)$ — the corresponding membership functions, T_i — term-set of linguistic variables. To describe the term-sets $T_i = \{T_1^i, T_2^i \dots T_m^i\}$, D_i is formed — the base set of signs (the subject scale). Thus, by fuzzy situations states are setted in which the objects, the external environment and control system are located.

In turn, the integration of automation methods based on intelligent information technologies is considered as an analysis of the process of functioning of a complex technological object [13]. It is taken into account that the technological complex of the sugar plant has almost 400 points of control of technological variables and requires the implementation of almost 250 management functions, including automatic control [14]. The technological complex has a hierarchical structure, which corresponds to elementary technological operators, technological processes, branch (subsystems) and TC as a whole. According to this structure the structure of the integrated control system is developed, which implements a

number of functions of control, management, processing of current information, obtaining recommendations for the management of TC and its subsystems. Modern management theory determines, in addition to traditional tasks, such important functions as the definition of the state of a complex object, the current production situation and its development.

Consider the technological complex of sugar production (its parametric scheme is shown on Fig. 2.).

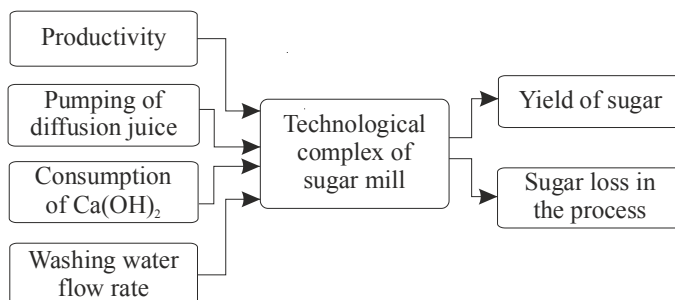


Fig. 2. Parametric scheme of the main flows

The solution of this problem is carried out by using an instrumental environment Matlab. The device underlying the construction of these networks has the following main advantages, namely: the possibility of a flexible interpretation of the causal relationships generated on the basis of the neuron-fuzzy structure and the opportunity to study the developed structure.

In order to solve the problem, it is proposed to use the internal Matlab environment subsystem — the Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) -application network fuzzy conclusion. It was proposed by Jang in the early nineties [15]. ANFIS is one of the first variants of hybrid neuro-fuzzy networks — a special neural network of direct propagation of a signal of a special type. The architecture of a neuro-fuzzy network is isomorphic to a fuzzy knowledge base. In neuro-fuzzy networks, differentiated realizations of triangular norms (multiplication and probabilistic OR), as well as smooth membership functions are used. This allows for the use of neural-fuzzy networks to set up fast algorithms for training neural networks based on the method of reverse error propagation. The following describes the architecture and rules for the operation of each layer of the ANFIS network.

ANFIS implements the system of fuzzy conclusion of Sugeno in the form of a five-layer neural network of direct propagation of the signal: the first layer — the terms of the input variables; second layer — antecedents (parcels) of fuzzy rules; the third layer is the normalization of the steps of the rules; the fourth layer — the conclusion of the rules; the fifth layer is the aggregation of the result obtained by different rules.

The inputs of the network in a separate layer are not allocated. On Fig. 3 depicts an ANFIS network with three input variables (x_1 , x_2 , and x_3) and a set of fuzzy rules. For the linguistic evaluation of the input variable x_1 , 3 terms are used, for the variable x_2 — 3 terms, for the variable x_3 — 3 terms.

Enter the following symbols required for further explanation: x_1, x_2, \dots, x_n — network inputs; y — the output of the network; $R_1: IF\ x_1 = a_{1,r} AND \dots AND\ x_n = a_{n,r} THEN\ y = b_{0,r} + b_{1,r}x_1 + \dots + b_{n,r}x_n$ — fuzzy rule with serial number r ; m — number of rules, $r = \overline{1, m}$; $a_{n,r}$ — fuzzy term with the function of belonging $\mu_r(x_i)$, used for linguistic evaluation of the variable x_i in the r -th rule; $b_{q,r} (r = \overline{1, m}, i = \overline{1, n})$ — real numbers in the conclusion of the r -th rule ($r = \overline{1, m}, q = \overline{0, n}$).

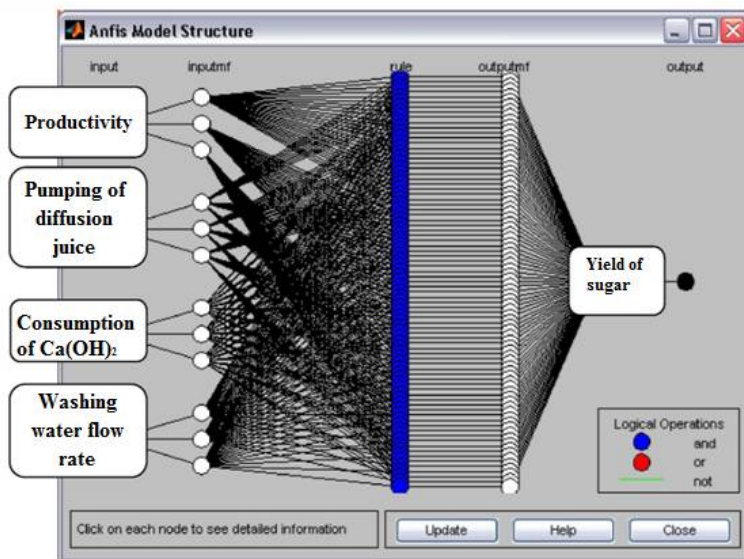


Fig. 3. Structure of the neuro-fuzzy network

The output of each node of the first layer of the network is the degree of membership of the value of the input variable corresponding to the fuzzy term:

$$\mu_r(x_i) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_i - c}{a} \right|^{2b}}, \quad (2)$$

where: a, b and c — parameters of belonging functions.

The second layer of the network is a set of logical rules that determine the main cause-effect dependencies. The outputs of nodes of this layer are indicated $\tau_r, r = \overline{1, m}$.

The nodes of the third layer calculate the relative degree of execution of fuzzy rule:

$$\tau_r^* = \frac{\tau_r}{\sum \tau_j}. \quad (3)$$

A node in the fourth layer calculates the contribution of one fuzzy rule to the output of a network:

$$y_r = \tau_r^* \cdot (b_{0,r} + b_{1,r}x_1 + \dots + b_{n,r}x_n). \quad (4)$$

In turn, the output of the network counts the total result on the outputs of all rules:

$$y = y_1 + \dots + y_r + \dots + y_m. \quad (5)$$

Typical neural network training procedures can be used to configure the ANFIS network because it uses only differentiated functions.

These examples show that it is objectively possible to combine modern methods of automated theory of management and intelligent information technology to obtain new results in terms of efficient production (resource and energy efficiency), and from the standpoint of system analysis - this corresponds to a purposeful increase in the complexity of the management process's emergence technological objects - technological complexes of continuous type in the class of organizational-technical (technological) systems.

Conclusions

The technological complexes of the continuous type are distinguished and analyzed in the class of organizational-technical (technological) systems, as a result the possibility of joint use of modern methods of managing complex objects has been obtained. The presented approach is uniquely used for technological complexes of continuous type, for application on objects of other types — its certain adaptation is necessary. The addition of information technology to traditional automation systems enables the acquisition of new system properties, for example, the development of intelligent subsystem of decision-making support that based on, in particular, situational management. This method deserves special attention in the development of intelligent subsystems of decision-making support for different levels and purposes, as well as the integration of methods for forming management influences in complex automated systems.

Literature

1. *Ладанюк А.П.* Комплексування методів теорії керування в системах автоматизації технологічних об'єктів. Частина 1 / А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх, Д.А. Шумигай // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — Київ: НУХТ. — 2017. — № 4. — С. 8—16.
2. *Соловьёв И.В.* Сложная организационно-техническая система как инструмент исследования искусственных антропогенных систем / И.В. Соловьёв // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2014. — № 1. — С. 5—23.
3. *Тихонов А.Н.* Концепция сетцентрического управления сложной организационно-технической системой./ А.Н. Тихонов, А.Д. Иванников, И.В. Соловьёв, В.Я. Цветков, С.А. Кудж. — Москва : МаксПресс, 2010. — 136 с.
4. *Тихонов А.Н.* Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект / А.Д. Иванников И.В. Соловьёв, В.Я. Цветков. — Москва : МаксПресс, 2010. — 228 с.
5. *Кудж С.А.* Администрирование информационных систем: Учебное пособие по курсу / С.А.Кудж. — Москва: УПП «Репрография» МИИГАиК, 2009. — 72 с.

6. Бурков В.Н. Проблемы комплексирования и декомпозиции механизмов управления организационно-техническими системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков // Проблемы управления. — 2016. — № 5. — С. 14—23.
7. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем/ В.Н. Бурков. — Москва : Наука, 1977. — 255 с.
8. Novikov D. Mechanism Design and Management: Mathematical Methods for Smart Organizations/ Ed. prof. D. Novikov. — N.-Y. : Nova Science Publishers, 2013. — 163 p.
9. Novikov D. Theory of Control in Organizations / D. Novikov. — N.-Y. : Nova Science Publishers, 2013. — 341p.
10. Ашимов А.А. Согласованное управление активными производственными системами / А.А. Ашимов, В.Н. Бурков, Б.А. Джапаров, В.В. Кондратьев. — Москва : Наука, 1986. — 248 с.
11. Ладанюк А.П. Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа/ А.П. Ладанюк, Д.А., Шумыгай, Р.О. Бойко // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». — 2013. — № 4. — С. 117—122.
12. Амбарцумян А.А. Управление технологическими процессами на основе событийных моделей / А.А. Амбарцумян, Д.А. Казанский // Автоматика и телемеханика. — 2001. — № 10. — С. 189—202; 2001. — № 11. — С. 165—182.
13. Ladanyuk A. Situational Coordination of Continuous Technological Complexes Subsystems / A. Ladanyuk , D. Shumygai, R. Boiko // Journal of Automation and Information Sciences. — USA. : Beggelhouse. 2013. — Vol. 45. — P . 68—74.
14. Ладанюк А.П. Идентификация процесса функционирования технологического комплекса / А.П. Ладанюк, Р.О. Бойко, Я.В. Смитюх, Е.В. Школьная // Научно-теоретический и практический журнал «Современный научный вестник». — 2014. — № 19(215). — С. 143—149.
15. Jang J.-S.R. ANFIS : Adaptive — Network — Based Fuzzy Inference System / IEEE Trans. Systems & Cybernetics. — 1993. — Vol. 23. — P. 665—685.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF *NOCARDIA VACCINII* IMV B-7405 SURFACE ACTIVE SUBSTANCES AND PHYTOLAVIN PREPARATION AS AGENTS FROM BACTHERIOSIS

Kh. Berehova, I. Sydor, L. Nykytiuk, T. Pirog
National University of Food Technologies

Key words:

Nocardia vaccinii IMB B-7405
Phytolavin
Surface-active substances
Phytopathogenic bacteria
Antimicrobial action
Technical glycerol

Article history:

Received 13.03.2018
Received in revised form 28.03.2018
Accepted 20.04.2018

Corresponding author:

Kh. Berehova
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

In the article antimicrobial action of *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 surfactants on phytopathogenic bacteria *Pseudomonas*, *Pectobacterium* and *Xanthomonas* genera was studied and also cost of cultivation media for the culture liquid obtaining by *Streptomyces griseus* 420 (producer of streptomycin antibiotics — components of Phytolavin preparation) and *N.vaccinii* IMB B-7405, required for the treatment of rape crops to control number of phytopathogens was compared.

It was established that the minimum inhibitory concentrations of *N.vaccinii* IMB B-7405 surfactants on studied phytopathogenic bacteria *Pseudomonas*, *Pectobacterium* i *Xanthomonas* were 19—80 µg/ml, which are comparable to those of the known microbial surfactants.

Theoretical calculations have shown that costs of cultivation medium for obtaining *N.vaccinii* IMB B-7405 culture liquid, necessary for double processing of rape crops with an area 865.2 thousand hectares, is 5 438 UAH, while for obtaining Phytolavin preparation — 9 816 UAH. Using cheap industrial waste for biosynthesis *N.vaccinii* IMB B-7405 surfactants (a mixture of technical glycerol — waste from biodiesel and molasses — from sugar production) and possibility of their using as a culture liquid significantly reduces the cost of these preparations.

The ability of *N.vaccinii* IMB B-7405 surfactants to exhibit high antimicrobial activity (MIC 19—80 µg/ml) in relation to phytopathogenic bacteria makes it possible to consider them as promising preparations for use in crop production.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-5

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН *NOCARDIA VACCINII* ІМВ B-7405 І ПРЕПАРАТУ ФІТОЛАВІН ЯК ЗАСОБІВ ВІД БАКТЕРІОЗІВ

Х.А. Берегова, І.В. Сидор, Л.В. Никитюк, Т.П. Пирог
Національний університет харчових технологій

У статті досліджено антимікробну активність поверхнево-активних речовин (ПАР) *Nocardia vaccinii* ІМВ B-7405 щодо фітопатогенних бактерій

родів *Pseudomonas*, *Pectobacterium* і *Xanthomonas* і порівняно вартість поживних середовищ для отримання культуральної рідини *Streptomyces griseus* 420 (продуцента стрептотрицинових антибіотиків — складових відомого препарату Фітолавін) та *N. vacciniі* ІМВ В-7405, необхідної для обробки посівів ріпаку з метою контролю чисельності фітопатогенів.

Встановлено, що мінімальні інгібуючі концентрації ПАР *N. vacciniі* ІМВ В-7405 щодо досліджуваних фітопатогенних бактерій *Pseudomonas*, *Pectobacterium* і *Xanthomonas* становили 19—80 мкг/мл, що є порівняним із встановленими для відомих у світі мікробних ПАР.

Теоретичні розрахунки показали, що витрати на приготування поживного середовища для отримання постферментаційної культуральної рідини *N. vacciniі* ІМВ В-7405, необхідної для двократної обробки посівів ріпаку площею 865,2 тис. га, становлять 5 438 грн, у той час як для одержання препарату Фітолавін — 9 816 грн. Використання дешевих промислових відходів для одержання ПАР *N. vacciniі* ІМВ В-7405 (суміші технічного гліцерину — відходу виробництва біодизелю та меляси — від цукрового виробництва) і можливість застосування їх у вигляді культуральної рідини суттєво знижує собівартість таких препаратів.

Здатність ПАР *N. vacciniі* ІМВ В-7405 проявляти високу антимікробну активність (МІК 19—80 мкг/мл) щодо фітопатогенних бактерій дає змогу розглядати їх як перспективні препарати для застосування у рослинництві.

Ключові слова: *Nocardia vacciniі* ІМВ В-7405, Фітолавін, поверхнево-активні речовини, фітопатогенні бактерії, антимікробна дія, технічний гліцерин.

Постановка проблеми. Гострою проблемою аграріїв України в останні роки стало поширення маловідомих бактеріозів, які донедавна знищували 2—5% урожаю. Відсоток уражених цими хворобами рослин значно зростає з кожним роком і може сягати до 50% втрат врожаю [1].

До основних стратегічних сільськогосподарських культур України належить ріпак, насіння якого містить 30—50 % олії виняткової калорійності та енерговіддачі, що в поєднанні з урожайністю (1 га посівів дає приблизно 1,1 т олії, що втричі більше, ніж соя, та вдвічі, ніж соняшник) вивело ріпак у лідери як сировину для одержання біодизелю. Передбачається, що частка біопалива у загальному виробництві рідкого палива у країнах ЄС до 2020 р. становитиме 20% [2]. Важливість ріпаку як енергетичної культури позначилася на площах, відведених під нього у світі. Так, у 1990 р. вони становили 18 235, а у 1994 збільшилися до 22 453 тис. га. Станом на 2014 р. тільки в Україні площі озимого ріпаку займали 865,2 тис. га. У травні—червні 2017 р. ціна на ріпак становила 5 300 грн/т [1].

Відомо, що бактеріоз коренів озимого ріпаку (збудники — бактерії родів *Xanthomonas* або *Pseudomonas*) є причиною зниження врожаю на 40—50%. Масштабне одержання біодизелю з ріпакової олії в Україні можливе за умови залучення інвестицій у будівництво переробних потужностей, необхідних для утилізації гліцеринової фракції — відходів виробництва цього виду біопали-

ва, а також формування гарантованого сировинного забезпечення, що передбачає досягнення стабільності врожаю та збільшення площі посіву ріпаку.

Однією з причин несвоєчасного виявлення бактеріозів є схожість симптоматики цих хвороб з нестачею поживних елементів [3]. Для боротьби з бактеріозами сільськогосподарських культур використовують агротехнічні, фізико-механічні і хімічні методи. Останні, хоча й ефективні, проте негативно впливають на довкілля і спричиняють виникнення резистентних форм бактерій. Розповсюдженню бактеріальних хвороб сільськогосподарських культур певною мірою сприяє застосування фунгіцидів і пестицидів (протруйників, інсектофунгіцидів, гербіцидів), які не діють на фітопатогенні бактерії та є екологічно небезпечними.

Враховуючи щорічні втрати врожаю в Україні через бактеріози, а також необхідність використання недорогих та екологічно безпечних препаратів, які будуть ефективними щодо фітопатогенних бактерій, актуальною є розробка нових методів біологічного контролю бактеріозів сільськогосподарських культур.

Особливу увагу науковців як антимікробні агенти привертають поверхнево-активні речовини (ПАР) мікробного походження завдяки нетоксичності, стабільності у широкому діапазоні рН та температур порівняно із синтетичними аналогами [4]. Виробництво мікробних ПАР у світі стримується високою вартістю біосинтезу, виділення та очищення цільового продукту [5]. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на здешевлення процесу одержання мікробних ПАР.

Раніше на кафедрі біотехнології і мікробіології Національного університету харчових технологій із забруднених нафтою зразків ґрунту було виділено нафтоокислювальні бактерії, ідентифіковані як *Nocardia vaccinii* К-8. Штам К-8 було депоновано у Депозитарії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України за номером ІМВ В-7405. Встановлено здатність *N.vaccinii* ІМВ В-7405 до синтезу ПАР на різних субстратах, в тому числі й промислових відходах, розроблено шляхи інтенсифікації синтезу ПАР та досліджено деякі їхні біологічні властивості [6; 7].

Мета статті дослідити антимікробну дію ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 на фітопатогенні бактерії родів *Pseudomonas*, *Pectobacterium* і *Xanthomonas* і порівняти вартість поживних середовищ для отримання культуральної рідини *Streptomyces griseus* 420 (продуцент стрептотрицинових антибіотиків — складових відомого препарату Фітолавін) та *N. vaccinii* ІМВ В-7405, необхідної для обробки посівів ріпаку з метою контролю чисельності фітопатогенів.

Матеріали і методи. *N.vaccinii* ІМВ В-7405 вирощували в рідкому мінеральному середовищі такого складу (г/л): NaNO_3 — 0,5; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1; $\text{CaCl} \times 2 \text{H}_2\text{O}$ — 0,1; KH_2PO_4 — 0,1; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,001, дріжджовий автолізат — 0,5% (об'ємна частка). Як джерело вуглецю використовували суміш промислових відходів (8% технічного гліцерину та 1% меляси). Як посівний матеріал використовували культуру в експоненційній фазі, вирощену на суміші 0,25% технічного гліцерину і 0,25% меляси. Кількість інокуляту (10^4 — 10^5 кл/мл) становила 10% від об'єму середовища. Культивування *N.vaccinii*

ІМВ В-7405 здійснювали в колбах об'ємом 750 мл із 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 30°C упродовж 120 год. У дослідженнях використовували поверхнево-активні речовини у вигляді розчину ПАР, екстрагованих з супернатанту сумішню Фолча (хлороформ і метанол, 2:1) як описано у наших попередніх працях [6; 7].

У дослідженні використовували фітопатогенні бактерії з Української колекції мікроорганізмів: *Pectobacterium carotovorum* УКМ В—1095, *Pseudomonas syringae* pv. *atropaciens* УКМ В—1015, *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* —УКМ В-1154, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* УКМ В-1049. Об'єктами дослідження були також фітопатогенні бактерії з колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ *Pseudomonas corrugata* 9070, *Xanthomonas vesicatoria* 7790. Штами фітопатогенних бактерій були люб'язно надані співробітниками відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ.

Визначення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) здійснювали методом двократних серійних розведень у м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) як описано у [8]. У стерильних умовах у 10 пробірок вносили по 1 мл середовища, у першу додавали 1 мл розчину ПАР (препарат 2) певної концентрації, після чого перемішували, відбирали 1 мл і переносили у наступну пробірку. Аналогічно проводили розведення для інших дев'яти пробірок. З останньої пробірки відбирали 1 мл. Кінцевий об'єм у кожній пробірці становив 1 мл (МПБ і розчин ПАР), а концентрація ПАР у кожній наступній пробірці знижувалася у 2 рази. Як контроль використовували 1 мл МПБ без додавання розчину ПАР. Далі у кожному з пробірок вносили по 0,1 мл суспензії тест-культур (10^5 — 10^6 КУО/см³) та перемішували. Пробірки інкубували впродовж 24 год при 28—30°C.

Результати оцінювали візуально за помутнінням середовища: (+) — пробірки, в яких спостерігали помутніння (ріст тест-культури), (–) — помутніння не було (ріст відсутній). Мінімальну інгібуючу концентрацію розчину ПАР визначали як концентрацію ПАР в першій пробірці, де ріст був відсутній.

З метою оцінки ефективності застосування ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 для контролю чисельності збудників хвороб ріпаку здійснювали порівняння витрат на приготування поживних середовищ для отримання культуральної рідини штаму ІМВ В-7405 і *Streptomyces griseus* 420 (продуцент стрептотрицинових антибіотиків — складових відомого препарату Фітолавін), необхідної для обробки певної площі посівів ріпаку.

Усі досліди проводили в трьох повторях, кількість паралельних визначень в експериментах становило від 3 до 5. Статистичну обробку експериментальних даних проводили, як описано раніше [6; 7]. Відмінності середніх показників вважали достовірними при рівні значущості $p < 0,05$.

Результати і обговорення. У табл. 1 наведено мінімальні інгібуючі концентрації ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 щодо фітопатогенних бактерій родів *Pseudomonas*, *Pectobacterium* і *Xanthomonas*. Які засвідчують дані табл. 1, цим поверхнево-активним речовинам притаманна висока антимікробна активність щодо збудників бактеріозів сільськогосподарських культур [7], завдяки чому

вони є перспективними для застосування у рослинництві з метою контролю чисельності фітопатогенних бактерій. Так, МІК ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 щодо представників родів *Pseudomonas*, *Pectobacterium* і *Xanthomonas* становить 19—80 мкг/мл (табл. 1).

Зазначимо, що у літературі є лише окремі праці, в яких автори визначали МІК мікробних ПАР щодо фітопатогенних бактерій. Мінімальна інгібуюча концентрація сурфактину, синтезованого *B. subtilis* 6051, щодо бактерій *P. syringae* pv. *tomato* DC3000 становила 25 мкг/мл. Значення МІК рамноліпідів щодо *Fusarium solani*, *Penicillium funiculosum*, *Alternaria* становила 16—75 мкг/мл, МІК софороліпідів щодо *Glomerella cingulata* — 50 мкг/мл (цит. за [7]). Рамноліпідам *P. aeruginosa* АТ110, були притаманні фунгіцидні властивості щодо *Aspergillus niger* та *Gliocadium virens* (16 мкг/мл); *Chaetonium globosum*, *Penicillium crysogenum* і *Aureobasidium pullulans* (32 мкг/мл), *Botrytis cinerea* і *Fusarium solani* (18 мкг/мл) (цит. за [7]).

Таблиця 1. Антимікробна активність ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 щодо фітопатогенних бактерій

Фітопатогенні бактерії	Хвороби сільськогосподарських рослин	МІК, мкг/мл
<i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> УКМ В-1154	Збудник ореольного (бурого) бактеріозу сільськогосподарських культур	21
<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> УКМ В-1015	Збудник базального бактеріозу зернових	80
<i>P. corrugata</i> 9070	Викликає некроз серцевини стеблин ріпаку, томатів, перцю	38
<i>P. carotovorum</i> УКМ В-1095	Поліфаг, збудник м'якої гнилі соняшнику, слизового бактеріозу капусти та стеблової гнилі кукурудзи та ріпаку	75
<i>X. vesicatoria</i> 7790	Збудник чорної бактеріальної плямистості капусти, томатів і деяких сільськогосподарських технічних культур (ріпак, соняшник, соя, жито)	21
<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> УКМ В-1049	Збудник чорної гнилі капусти, бактеріального некрозу соняшнику та бактеріального опіку ріпаку	19

На теперішній час у сільському господарстві основна увага приділяється біологічним методам захисту рослин. Упродовж останніх 20 років в Україні використовують різноманітні за біологічною дією препарати з комерційними назвами Планриз БТ, Псевдобактерин-2, Спорофіт (ФітоДоктор), Бактофіт, Бізар, Поліміксобактерин, Фітоцид.

Проте засобів для боротьби саме з бактеріозами сільськогосподарських рослин є не так багато: одним із таких препаратів є Фітолавін, який діє на збудників бактеріозу *Erwinia carotovora*, *P. syringae* pv. *syringae*, *Clavibacter michiganensis*, *Ralstonia solanacearum*, *Agrobacterium tumefaciens*, *X. campestris*, *P. syringae* pv. *Atrofaciens* [9]. Препарат розроблений на основі культуральної рідини *S.griseus* 420, який є продуцентом стрептотрицинових анти-

біотиків. Для отримання препарату штам 420 культивують на вуглеводмісному поживному середовищі з подальшим вакуум-упарюванням культуральної рідини до 10% сухих речовин і висушуванням на розпилювальній сушарці.

Станом на листопад 2014 р. в Україні вироблено 2,2 млн т насіння ріпаку, площі посівів становили 865,2 тис. га (дані Державної служби статистики [10]).

Згідно з Інструкцією використання біопрепарату Фітолавін пропонується двократна обробка (передпосівна обробка насіння та обприскування від початку фази кущення до фази виходу у трубку) з нормою витрат 2 л/т/або га насіння та рослин відповідно.

Отже, для обробки 1 га полів, засіяних ріпаком, необхідно 2 л препарату Фітолавін, з якого готують 0,2% робочий розчин, розбавляючи 2 л Фітолавіну у 1 000 л води [11]. Для обробки 865,2 тис. га необхідно $865\,200 \cdot 2 = 1\,730\,400$ л робочого розчину Фітолавіну. Для приготування такої кількості робочого розчину потрібно $1\,730\,400 / 1\,000 = 1\,730,4$ л препарату Фітолавін.

Далі розраховуємо кількість г діючої речовини (антибіотиків) в 1 730,4 л препарату Фітолавін, необхідної для обробки 865,2 тис. га ріпаку. У препараті Фітолавін міститься 32 г/л стрептотрицинових антибіотиків. Отже, для обробки посівів ріпаку необхідно $1\,730,4 \cdot 32 / 1 = 55\,372,8$ г антибіотиків.

Концентрація антибіотиків стрептотрицинів у культуральній рідині *S. griseus* 420 становить 10 г/л [12]. Отже, для обробки 865 200 га посівів ріпаку потрібно $55\,372,8 / 10 = 5\,537,28$ л культуральної рідини. Враховуючи, що обробку ріпаку проводять двічі, то необхідна кількість культуральної рідини становитиме $5\,537,28 \cdot 2 = 11\,074,6$ л. Отже, для двократної обробки 865 200 га посівів ріпаку необхідно одержати 11 100 л культуральної рідини *S. griseus* 420.

Далі розрахуємо необхідну кількість культуральної рідини *N.vaccinii* ІМВ В-7405 для обробки такої самої площі посівів ріпаку. Як засвідчують дані, наведені у табл. 1, для контролю чисельності фітопатогенів ефективною є концентрація ПАР 19—80 мкг/мл (0,019—0,08 г/л). Для розрахунків беремо середнє значення ефективної концентрації ПАР, що становить 0,05 г/л.

Для обробки 1 га полів, засіяних ріпаком, необхідно 2 л розбавленої культуральної рідини (аналогічно препарату Фітолавін) з концентрацією ПАР 0,05 г/л, або 0,1 г ПАР. Для обробки 865 200 га потрібно $865\,200 \cdot 0,1 = 86\,520$ г ПАР. Концентрація ПАР, синтезованих за умов росту *N.vaccinii* ІМВ В-7405 на суміші технічного гліцерину і меляси, становить 13 г/л ПАР. Отже, для одержання 86 520 г ПАР необхідно $86\,520 / 13 = 6\,655,4$ л культуральної рідини. Для двократної обробки посівів ріпаку потрібно $6\,655,4 \cdot 2 = 13\,310,8$ л, або 13 400 л культуральної рідини *N.vaccinii* ІМВ В-740.

Розрахуємо вартість 1 л поживного середовища для культивування штаму *S. griseus* 420 і *N.vaccinii* ІМВ В-7405 (табл. 2). Отже, вартість 1 л поживного середовища для культивування *N.vaccinii* ІМВ В-7405 у 2,2 раза нижча, ніж середовища для вирощування *S. griseus* 420. Витрати на одержання 11 100 л поживного середовища для вирощування *S. griseus* 420 становлять $11\,100 \times 0,8843 = 9\,816$ грн, а на приготування 13 400 л середовища для вирощування *N. vaccinii* ІМВ В-7405 – $13\,400 \cdot 4\,058 = 5\,438$ грн.

Таблиця 2. Склад і вартість поживного середовища для культивування *S.griseus* 420 і *N.vaccinii* ІМВ В-7405

Продуцент	Компоненти поживного середовища	Вміст компонентів, кг/л	Ціна, грн/кг	Вартість компонентів, грн	Загальна вартість 1 л поживного середовища, грн
<i>S. griseus</i> 420	Кукурудзяна мука	0,04	10,42	0,4168	0,8843
	Меяса	0,018	3,2	0,0576	
	Лізін	0,0005	240	0,12	
	KH ₂ PO ₄	0,0003	72	0,0216	
	NaCl	0,002	10,4	0,0208	
	MgSO ₄ × 7H ₂ O	0,0005	25	0,0125	
	CaCO ₃	0,005	30	0,15	
	Пропінол	0,001	85	0,085	
<i>N.vaccinii</i> ІМВ В-7405	Технічний гліцерин	0,1008	2	0,2016	0,4058
	Меяса	0,028	3,2	0,0896	
	NaNO ₃	0,001	35	0,035	
	MgSO ₄ × 7H ₂ O	0,0001	25	0,0025	
	CaCl ₂ × 2H ₂ O	0,0001	55	0,0055	
	KH ₂ PO ₄	0,0001	72	0,0072	
	FeSO ₄ × 7H ₂ O	0,00001	40	0,0004	
	Дріжджовий екстракт	0,00025	256	0,064	

Примітка: Ціна компонентів поживних середовищ вказана станом на 2016 рік.

Отже, теоретичні розрахунки витрат на приготування поживних середовищ для отримання культуральної рідини штаму *S. griseus* 420 і *N.vaccinii* ІМВ В-7405, необхідної для обробки посівів ріпаку з метою контролю чисельності фітопатогенних бактерій, засвідчили вищу ефективність препаратів ПАР штаму ІМВ В-7405.

Висновок

Неконтрольоване використання антибіотиків, у тому числі й препарату Фітолавін, у сільському господарстві призводить до виникнення резистентних форм мікроорганізмів. Механізм антимікробної активності поверхнево-активних речовин, на відміну від антибіотиків, унеможливує виникнення стійких до них бактерій. Висока антимікробна активність ПАР *N.vaccinii* ІМВ В-7405 (МІК 19—80 мкг/мл) щодо фітопатогенних бактерій дає змогу розглядати їх як перспективні для застосування у рослинництві.

Література

1. Чехов С.А. Ринок ріпаку в Україні. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. — 2015. — № 27. — С. 77—83 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2015_27_13.
2. Rivas Casado M., Mead A., Burgess P.J., Howard D.C., Butler S.J. Predicting the impacts of bioenergy production on farmland birds. *Sci Total Environ.* 2014, P. 7—19. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.12.080.

3. Гвоздяк П.І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин : Монографія / П.І. Гвоздяк, Л.А. Пасічник, Л.М. Яковлева та ін. — Київ : ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
4. *Díaz De Rienzo M. A., Banat I. M., Dolman B.* Sophorolipid biosurfactants: possible uses as antibacterial and antibiofilm agent. *N.biotechnol.* 2015, 32 (6), P. 720—726.
5. *Rivas Casado M., Mead A., Burgess P.J., Howard D.C., Butler S.J.* Predicting the impacts of bioenergy production on farmland birds. *Sci. Total. Environ.* 2014, P. 7—19. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.12.080. Epub 2014 Jan 21. PubMed PMID: 24463022.
6. *Pirog T.P., Konon A.D., Beregovaya K. A., Shulyakova M.A.* Antiadhesive properties of the surfactants of *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMB Ac-5017, and *Nocardia vaccinii* IMB B-7405. *Microbiology.* 2014, 83 (6), P. 732—739.
7. *Pirog T.P., Konon A.D., Sofilkanich A.P., Iutinskaia G.A.* Effect of surface-active substances of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241, *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017, and *Nocardia vaccinii* K-8 on phytopathogenic bacteria. *Appl. Biochem. Microbiol.* 2013, 49(4), 360—367. doi:10.1134/S000368381304011X.
8. *Mazzola P. G., Jozala A. F., de L. Novaes L.C.* Minimal inhibitory concentration (mic) determination of disinfectant and/or sterilizing agents. *Brazilian J. Pharm. Sci.* 2009, 45 (2), P. 241—248.
9. Пат. 2144292 Российская Федерация, МПК 7 А 01 N 63/04. Способ получения препарата для борьбы с болезнями растений / Мосин В.А., Дриняев В.А., Кругляк Е.Б., Котова Г.Л., Сустанов С.И., Сафонов В.С. Опубл. 20.01.2000.
10. Публікація документів державної служби статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua (дата звернення 12.01.2016). — Назва з екрана.
11. Пат. 2409951 Российская Федерация, МПК 7 А 01 N 63/04. — Средство для защиты растений / Борисова И.П., Будынков Н.И., Кругляк Е.Б., Тибаева В.Н., Тихомирова О.И. Опубл. 20.01.2000.
12. Пат. 2144292 Российская Федерация, МПК 7 А 01 N 63/04. Способ получения препарата для борьбы с болезнями растений / Мосин В.А., Дриняев В.А., Кругляк Е.Б., Котова Г.Л., Сустанов С.И., Сафонов В.С. Опубл. 20.01.2000.

ORGANIC INDUSTRIAL WASTES AS SUBSTRATES FOR BUTANOL BIOSYNTHESIS BY *CLOSTRIDIUM* BACTERIA

S. Skrotskyi

Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU

Key words:

Bacteria of Clostridium
genus
Butanol
Whey
Poultry litter

Article history:

Received 07.03.2018
Received in revised form
26.03.2018
Accepted 18.04.2018

Corresponding author:

S. Skrotskyi
E-mail:
bio-imv@ukr.net

ABSTRACT

It has been established that *Clostridium* strains are active producers of butanol that is formed during the process of fermentation on such industrial wastes as whey (by-product of the dairy industry) and poultry litter (waste of poultry farming). A comparative analysis of the chemical composition of different types of whey (dairy and sour milk) was conducted. The general chemical composition of chicken droppings has been analyzed. An assumption was made that whey and poultry droppings can be used as the main, single or auxiliary components of the substrate for acetone-butyl alcohol fermentation to produce biobutanol. The dynamics of pH change in the culture of clostridia in rye media was analyzed. It was found that for strains of bacteria SS-1 and SS-5 there was a change of pH, which does not correspond to classical acetone-butyl fermentation.

It was shown the ability to synthesize butanol with the use of natural nutrient media based on grain crops (barley, rye, corn, wheat, oats). The largest amount of butanol was produced using rye media (SS-2 strain — 11.2 g/l). *Clostridium* SS-1 and SS-5 isolates produced 12% less of butanol in this media than other samples, which may be due to deviations in pH changes during fermentation.

Clostridium strains can ferment whey and poultry litter to fatty acids, butanol, organic solvents and gases. The highest butanol production of 9.2 g/l was observed in the complex media composed of chicken litter and whey in 30:70 volume ratio while only 4.8 g/l of butanol was produced in chicken litter medium. The obtained results attest to the great potential of such wastes as substrates for cheap biofuel production provided that substrate pre-treatment and fermentation conditions are optimized.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-6

ОРГАНОВМІСНІ ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА ЯК СУБСТРАТИ ДЛЯ БІОСИНТЕЗУ БУТАНОЛУ БАКТЕРІЯМИ РОДУ *CLOSTRIDIUM*

С.О. Скроцький

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

У статті встановлено, що бактерії роду Clostridium є активними продуцентами бутанолу, який утворюється в процесі бродіння на відходах

виробництв — активних забруднювачах навколишнього середовища (відходи птахівництва — послід птиці) та відходах молочної промисловості (молочна сироватка). Проведено порівняльний аналіз хімічного складу різних видів сироватки (підсирна та кисломолочна). Проаналізовано загальний хімічний склад курячого посліду. Зроблено припущення, що молочна сироватка та пташиний послід можуть бути використані для отримання біобутанолу як основні, єдині або допоміжні компоненти субстрату для ацетоно-бутилового зброджування. Проаналізовано динаміку зміни рН при культивуванні клостридій на житньому середовищі. Виявлено, що для штамів бактерії SS-1 та SS-5 спостерігалась зміна рН, що не відповідає класичному ацетоно-бутилового бродинню.

Показано здатність до синтезу бутанолу при використанні природних поживних середовищ на основі зернових культур (ячмінь, жито, кукурудза, пшениця, овес). Найбільша кількість бутанолу продукувалась при використанні житнього середовища (штам SS-2 — 11,2 г/л). Ізоляти клостридій SS-1 та SS-5 продукували на даному середовищі на 12 % менше бутанолу порівняно з іншими зразками, що може бути пов'язано з відхиленнями зміни рН у процесі бродиння.

Встановлено, що виділені раніше штами роду *Clostridium* здатні зброджувати молочну сироватку та курячий послід з виділенням жирних кислот, бутанолу, інших органічних розчинників і газів. Найбільша кількість бутанолу синтезувалась на комплексному середовищі (курячий послід + молочна сироватка у співвідношенні 30:70 %) та максимально становила 9,2 г/л, а на середовищі з курячим послідом його кількість досягала значень 4,8 г/л. Це свідчить про значний потенціал використання відходів як субстратів для отримання дешевого біопалива при умові ефективної оптимізації як попередньої їх підготовки, так і умов проведення самого процесу зброджування.

Ключові слова: бактерії роду *Clostridium*, бутанол, молочна сироватка, курячий послід.

Постановка проблеми. Останніми роками велика увага приділяється активному впровадженню в різні сфери промисловості різноманітних біопалив, які мають такі основні переваги: незалежність від світових цін на нафту, низька ціна, обумовлена використанням місцевої сировини для виробництва біопалива, а також його екологічна чистота. Тому цілком логічним є пошук можливості використання як субстратів для отримання біопалив різноманітних відходів народного господарства — масових забруднювачів навколишнього середовища, а також дослідження активних штамів бактерій, які продукують бутанол. При такому підході не тільки будуть вирішуватись питання енергетики, а й значні екологічні проблеми. Такий підхід забезпечить значне підвищення рентабельності виробництва біопалива навіть при його нижчому абсолютному виході, оскільки основою для отримання біопалива будуть не просто дешеві субстрати, а й такі, що підлягають обов'язковій (зазвичай платній) утилізації.

Беручи до уваги такі аспекти відходів, як велика кількість, складність утилізації та хімічний склад, який дає змогу провести процес бутилового

зброджування, перспективними для досліджень є відходи молочної промисловості (молочна сироватка) та птахівництва (курячий послід).

За даними сайту <http://infagro.com.ua/> за 2017 рік в Україні виробництво молока всіма категоріями господарств склало 10,321 млн тонн. Врахувавши, що вихід молочної сироватки з 1 т молока становить від 65% до 82%, ми отримуємо 6,7÷8,46 млн тонн сироватки. При цьому світове виробництво сироватки складає більше 160 млн тонн на рік [1], і з кожним роком ця цифра збільшується. При цьому слід наголосити, що 1 т молочної сироватки, що зливається в каналізацію, забруднює водойми так само, як 100 м³ господарсько-побутових стоків [2].

Молочна сироватка містить велику кількість тваринного білка і вуглеводів, які, потрапляючи в навколишнє середовище, руйнуються і створюють стійке органічне забруднення території. При зливі в ґрунт нативної або розведеної водою молочної сироватки відбувається пригнічення розвитку рослин, а при тривалому її надходженні зменшується родючість ґрунту. Висока кислотність молочної сироватки (рН 4,9) призводить до закислення ґрунту, внаслідок чого відбувається інгібування сапрофітної мікрофлори. Потрапляючи у воду або ґрунт, органічні речовини сироватки піддаються окисленню, в результаті чого утворюється велика кількість отруйних сполук. Слід наголосити, що для повного окислення 1 літра молочної сироватки потрібно до 50 літрів кисню, тому при її потрапленні у водойми спостерігається зменшення концентрації розчиненого кисню, що веде до загибелі флори і фауни цієї водойми [3].

Разом із тим молочна сироватка є біологічно цінним продуктом, в якій наявні білки (0,5÷1,4%), лактоза (3,2÷5,1%), вітаміни, органічні кислоти, мінеральні солі та мікроелементи [4]. Оскільки клостридії здатні рости на поживному середовищі з лактозою як єдине джерело вуглецю завдяки здатності продукувати фермент β-галактозидазу [5], що необхідна для гідролізу лактози, теоретично можливим є виробництво бутанолу із молочної сироватки.

Щодо другого відходу промисловості — пташиного посліду як перспективного субстрату для отримання бутанолу, то, за даними Державної дослідної станції птахівництва Національної академії аграрних наук України, річний вихід посліду в птахівницьких господарствах України складає близько 4,7 млн тонн. За нинішніх темпів розвитку птахівництво може стати основним джерелом забруднення довкілля відходами виробництва тваринного походження. Послід є джерелом забруднення повітря, ґрунтів, водоймищ і підземних вод токсичними речовинами, хвороботворними мікроорганізмами (бактерії родів *Escherichia*, *Chlostridium*, *Salmonella*), яйцями та личинками мух і гельмінтів. При розкладанні органічних речовин з курячого посліду виділяється аміак, метан, сірководень, окис вуглецю та інші шкідливі сполуки. Під його складування та зберігання з господарського обороту вилучаються великі площі сільгоспугідь, а стічні води промислових птахівничих комплексів за багатьма параметрами перевищують встановлені нормативи щодо їх скиду у водойми [6—9].

Якщо врахувати, що щоденно від однієї птахофабрики середньої потужності 400 тис. курей-несучок або 9 млн курчат-бройлерів поступає більше 100 т посліду, то зрозумілою стає проблема його утилізації. При цьому від посліду намагаються позбутися простими і малозатратними способами — зливання

послідної маси в яри, зберігання на несанкціонованих ділянках, на полях, у лісі, поблизу доріг місцевого призначення, в спеціальних бетонованих заглибленнях, які весною і восени завжди заповнені атмосферними опадами і поверхневими водами. Таким чином, стає зрозумілим факт, що видалення з птахофабрик великих обсягів посліду є найбільш значущим екологічним чинником дії на навколишнє середовище [10].

Мета статті: аналіз потенційної можливості використання як основи субстратів для отримання біобутанолу органовмісних відходів (молочна сироватка, курячий послід), що є масовими забруднювачами навколишнього середовища, а також експериментальна перевірка фактичної можливості використання цих відходів, без будь-якої попередньої їх підготовки, як джерела для отримання біобутанолу.

Матеріали і методи. Для розуміння можливості зброджування бактеріями роду *Clostridium* вибраних субстратів у нативному стані не проводили будь-якої їх підготовки, направленої на додатковий лізис їх складових (гідроліз, ферментоліз тощо). Всі підготовчі роботи обмежувались тільки забезпеченням стерильності процесу зброджування як умови отримання адекватних даних.

Визначення хімічного складу сироваток. У дослідях використовували підсирану та кисломолочну сироватку, отриману після приготування домашнього сиру та кислого молока. У сироватці визначали масову частку білка рефрактометричним методом (ГОСТ 25179-90 «Молоко. Методы определения белка»), масову частку жиру кислотним методом (ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»), лактозу — фотометричним методом (ГОСТ Р 51259-99 «Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы»), кислотність — методом титрування (ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»).

Визначення хімічного складу курячого посліду. Зразки курячого посліду брали з домашніх господарств. Визначення загального азоту проводили методом К'ельдаля за ГОСТ 26715-85 «Удобрения органические. Методы определения общего азота». Визначення амінного азоту проводили за методом Серенсена (метод формольного титрування). Принцип методу ґрунтується на блокуванні формальдегідом вільних аміногруп і титруванні лугом еквівалентної кількості карбоксильних груп. Визначення вуглецю проводили за ГОСТ 27980-88 «Удобрения органические. Методы определения органического вещества». Визначення клітковини проводили за ГОСТ 13496.2-91 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки». Визначення загального фосфору у перерахунок на P_2O_5 проводили за ГОСТ 26717-85 «Удобрения органические. Метод определения общего фосфора». Визначення загального калію у перерахунок на K_2O проводили за ГОСТ 26718-85 «Удобрения органические. Метод определения общего калия».

Підготовка курячого посліду. З єдиної партії посліду брали певну наважку, заливали киплячою дистильованою водою (з розрахунок 200 г/л). Упродовж 1,5 год проводили екстракцію при 60° С, безперервно помішуючи [11]. Для приготування середовища використовували всю утворену суспензію. Отриманий об'єм суспензії розливали у флакони або колби по 50—100 мл та

стерилізували при 1,5 атм 30 хвилин. Після стерилізації вимірювали інтенсивність кольору та рН.

Продуценти бутанолу. У дослідженні використовували ацетоно-бутилові бактерії (АББ) роду *Clostridium*, що були виділені раніше [12]:

Номер штаму:	Джерело виділення:
SS-1	Активний мул водочисних споруд
SS-2	Курячий послід
SS-3	Гній коров'ячий
SS-4	Ґрунт з міського звалища
SS-5	Силосна яма

Поживні середовища. Для дослідження динаміки зміни рН у процесі бродіння використовували синтетичне середовище такого складу (г/л): глюкоза — 20; KH_2PO_4 — 0,5; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,2; $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 0,01; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,01, NaCl — 0,01; ацетат амонію — 2,2; параамінобензойна кислота — 0,001; біотин — 0,00001. Для дослідження інтенсивності утворення розчинників ацетоно-бутиловими бактеріями використовували 6% затори таких натуральних середовищ: ячмінний, житній, вівсяний, кукурудзяний, пшеничний, а також середовище Рушмана (г/л): картопля — 200,0; глюкоза — 5,0; сульфат амонію — 1,0; карбонат кальцію — 3,0; водопровідна вода. Для приготування вказаних середовищ використовували борошно відповідних зернових культур, яке розводили водою до 6% концентрації. Для попереднього гідролізу крохмалю розведене у воді борошно витримували при температурі 37°C упродовж 2 год, після чого стерилізували в автоклаві упродовж 2 год при температурі 126°C і тиску 1,5 атмосфери.

Визначення бутанолу. В процесі ацетоно-бутилового бродіння, крім бутанолу, виділяється етанол, тому для визначення його концентрації використовували метод кількісного визначення бутанолу та етанолу за їх одночасної наявності у розчині. Метод розроблений Б.М. Нахмановичем на основі окислення спиртів і ацетону біхроматом калію за наявності сірчаної кислоти при двох різних за ступенем жорсткості умовах. Витрати біхромату калію на окислення спирту й ацетону зростають з підвищенням концентрації сірчаної кислоти, в той час як етиловий спирт кількісно окислюється в оцтову кислоту в достатньо широких межах концентрації сірчаної кислоти й тривалості нагрівання при 100°C. Під час проведення визначення вмісту розчинників створювали м'які та жорсткі умови та користувались встановленими граничними витратами біхромату калію при окисленні ацетону, бутилового та етилового спиртів; ці величини становили, відповідно, $\alpha_m = 0,36$; $\alpha_{ж} = 8,05$; $\beta_m = 3,52$; $\beta_{ж} = 11,26$; $\gamma_m = \gamma_{ж} = 4,25$ (в грамах $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ на 1 г речовини) [13].

Результати досліджень обробляли статистичними методами [14]. Підрахунки проводили за допомогою IBM PC з використанням пакета програмних засобів Microsoft Excel [15].

Результати і обговорення. Різні види молочної сироватки відрізняються за вмістом лактози, пептидів, білків, амінокислот, вітамінів, тому потрібно провести порівняльний аналіз різних її видів для визначення потенційно найоптимальнішого субстрату для бутилового зброджування. Також відомо, що різні види сироватки мають деякі відмінності і за мікроелементним і

вітамінним складом, але вони є несуттєвими для первинного визначення потенційної можливості використання сироватки для бутилового й ацето-бутилового зброджування. Саме тому було визначено хімічний склад підсирної та кисломолочної сироваток (табл. 1).

Таблиця 1. Хімічний склад різних видів сироватки

№	Складова частина (компонент)	Підсирна сироватка	Кисломолочна сироватка
1	Вода, %	95,0±2,5	94,0±2,5
2	Білки, %	1,01±0,05	1,21±0,05
3	Жири, %	0,041±0,02	0,05±0,02
4	Лактоза, %	4,6±0,2	3,8±0,2
5	Кислотність, °Т	57,4±2,1	61,5±2,3

Далі було проаналізовано загальний хімічний склад курячого посліду. При цьому працювали з послідом вологістю 75%, але оскільки на різних птахівничих фермах впроваджені різні технології обробки курячого посліду, то в табл. 2 наведені середні результати дослідження в перерахунку на абсолютно суху речовину (АСР).

Таблиця 2. Хімічний склад курячого посліду в перерахунку на абсолютно суху речовину

№	Складова частина (компонент)	Вміст, %
1	Загальний азот	24,3±0,03
2	Ліпіди	2,4±0,02
3	Клітковина	20,3±0,2
4	Інші вуглеводи	16,0±0,2
5	P ₂ O ₅	1,6±0,03
6	K ₂ O	2,6±0,2

Для визначення потенційної можливості ефективного використання даних забруднювачів навколишнього середовища як субстратів для отримання біобутанолу було проведено визначення хімічного складу стандартних субстратів, що використовуються в промисловості і для виділення мікроорганізмів — продуцентів бутанолу. Наведені субстрати використовувались як контрольні, а саме: зернові культури — кукурудза, пшениця, жито, овес, та картопля. Дані про їх хімічний склад наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Хімічний склад використаних натуральних середовищ, %

Показники	Кукурудза	Пшениця	Жито	Ячмінь	Овес
Вода	13,32	13,37	13,37	12,95	12,81
Азотисті речовини	9,58	12,03	11,19	9,68	10,25
Клітковина	2,65	2,31	2,16	4,40	9,97
Зола	1,47	1,77	2,24	2,50	3,00
Жир	5,09	1,85	1,68	1,96	5,27
Крохмаль	55,00	55,00	52,00	48,00	40,00

Отже, визначивши склад основних компонентів сироватки (табл.1) та курячого посліду (табл. 2) та порівнявши їх зі складом стандартних для

проведення ацетоно-бутилового бродіння зернових середовищ (табл. 3), можна припустити, що наведені відходи промисловості (молочна сироватка, пташиний послід) можуть бути використані для отримання біобутанолу як основні, єдині або допоміжні компоненти субстрату для ацетоно-бутилового зброджування.

Дослідження динаміки зміни рН в процесі ацетоно-бутилового бродіння. Значення рН середовища дуже важливе для ацетоно-бутилового бродіння. Під час кислотоутворення швидко накопичення оцтової і масляної кислот викликає зменшення рН. Утворення розчинників починається, коли рН досягає критичного значення (4,5), після якого кислоти реасимілюються, і утворюється бутанол та ацетон. Тому низьке значення рН — передумова для виробництва розчинників [16]. Проте, якщо рН падає нижче 4,5 до того, як синтезується достатня кількість кислот, утворення розчинників буде коротким і непродуктивним.

Було перевірено п'ять штамів мікроорганізмів роду *Clostridium* для визначення найактивніших продуцентів бутанолу та відмічена їх загальна тенденція до зміни рН при зброджуванні. Дослідження проводили на 6% житньому заторі. З проведених досліджень видно (рис. 1), що початкове значення рН близьке до нейтрального. Це свідчить, що середовище придатне для розмноження ацетоно-бутилових бактерій (при рН нижче 4,0—4,1 та вище 7,0—7,1 розвиток бактерій повністю припиняється) та утворення ними максимальної кількості розчинників.

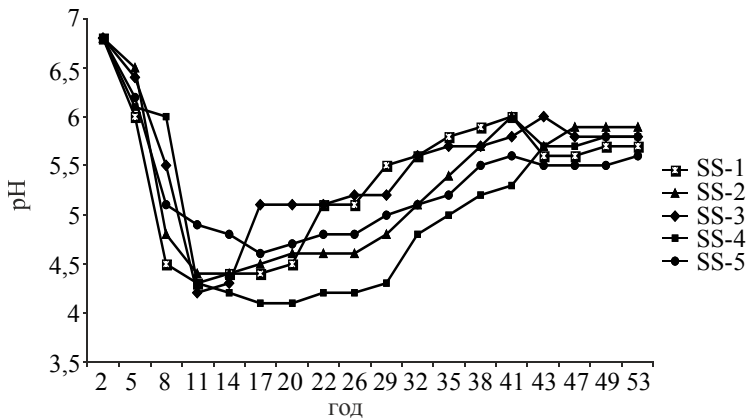


Рис. 1. Динаміка зміни рН середовища при культивуванні ацетоно-бутилових бактерій

Упродовж 12—14 год бродіння спостерігається швидке зниження рН. Це пов'язане з тим, що на першій фазі бродіння утворюються більш окислені продукти — кислоти. На наступних 24—25 год росту рН середовища різко підвищується. Це пов'язано з тим, що бродіння вступає в другу фазу, яка характеризується утворенням нейтральних продуктів — розчинників. У другій фазі швидкість бродіння є найвищою на 28 годині при рН 4,4—5,2.

Після закінчення бродіння спостерігається різке підвищення значення рН, яке можна пояснити утворенням значної кількості нейтральних продуктів — розчинників (ацетон, бутанол, етанол).

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що штами SS-2, SS-3, SS-4 дали позитивний результат. Значення рН відповідало межах коливання, зазначеним вище. Штами SS-1 та SS-5 не повністю відповідали зазначеним вимогам зміни рН: зокрема, у SS-5 упродовж 12—14 год не спостерігалось різкого зниження значення рН, а у штаму SS-1 на 28 годині бродіння значення рН зростало повільно. Варто зазначити, що найменшу кількість розчинників утворювали саме штами SS-1 та SS-5. Очевидно це пов'язано із відхиленнями значень рН при бродінні.

Слід зазначити, що біохімічні шляхи метаболізму мікроорганізмів під впливом рН середовища можуть різко змінюватися. Замість нормальних продуктів, які утворюють мікроорганізми при оптимальному значенні рН середовища, можуть утворюватися зовсім інші хімічні речовини, якщо ця реакція зміниться, або буде утворюватися менша кількість продукту (як у нашому випадку).

Дослідження синтезу бутанолу залежно від складу натурального поживного середовища. Для дослідження інтенсивності синтезу бутанолу виділеними раніше АББ використовували 6% ячмінний, житній, кукурудзяний, пшеничний і вівсяний затори, а також середовище Рушмана (рис. 2). Найбільша кількість бутанолу синтезувалась на житньому середовищі, максимальна його кількість була утворена штамом SS-2, і становила 11,2 г/л, зразки SS-3 та SS-4 синтезували меншу кількість бутанолу — 10,9 г/л та 10,66 г/л відповідно. Ізоляти SS-1 та SS-5 при культивуванні на житньому середовищі продукували на 12% менше бутанолу порівняно з іншими зразками.

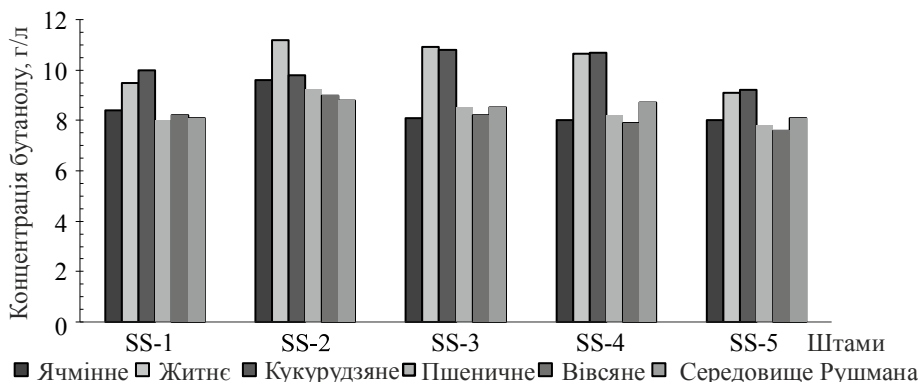


Рис. 2. Концентрація бутанолу за культивування бактерій роду *Clostridium* на природних поживних середовищах

Щодо синтезу бутанолу на кукурудзяному середовищі, то максимальна його кількість була утворена зразками SS-3 та SS-4 і становила, відповідно, 10,8 г/л та 10,7 г/л. Інші ізоляти на кукурудзяному середовищі синтезували на 10% меншу кількість бутанолу. Найменша кількість бутанолу на кукурудзяному середовищі була утворена зразком штаму SS-5 і становила 9,2 г/л.

Вирощування на ячмінному заторі характеризувалось на 16,2%, а на середовищі Рушмана на 14,25% нижчими показниками синтезу бутанолу порівняно з кукурудзяним і житнім середовищами.

Підсумовуючи отримані результати, можна зробити висновок, що найоптимальнішими для синтезу розчинників виявились житнє та кукурудзяне середовища. На ячмінному середовищі синтез розчинників спостерігався на 16,5%, а на середовищі Рушмана на 20,9% менше порівняно із житнім середовищем. Очевидно це можна пояснити хімічним складом кукурудзяного та житнього середовищ (табл. 3), а саме: вмістом крохмалю (55%, 52%). При аналізі досліджуваних зразків виявили, що найбільш активним по синтезу розчинників був ізолят ацетоно-бутилових бактерій SS-2, проте зразки SS-3 та SS-4 показали менші результати лише на 3,3%, а досліджувані ацетоно-бутилові бактерії SS-1 та SS-5 показали менші результати на 10,3% та 11,9%, відповідно, порівняно з ізолятом SS-2.

Дослідження синтезу біобутанолу на курячому посліді та молочній сироватці. Для дослідження інтенсивності синтезу бутанолу на курячому посліді та молочній сироватці використовували 6% (по АСР) розчини вказаних субстратів та їхню суміш (курячий послід/сироватка — 30/70% відповідно). Дані щодо синтезу бутанолу досліджуваними зразками АББ наведені на рис. 3.

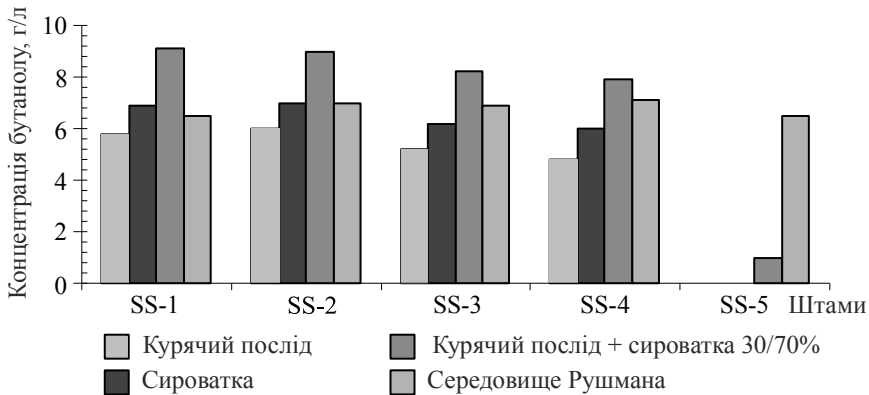


Рис. 3. Дослідження синтезу бутанолу на курячому посліді та молочній сироватці

Найбільша кількість бутанолу синтезувалась на суміші сироватки з курячим послідом, максимальна його кількість була утворена штамом SS-2 і становила 9,2 г/л, штами SS-3 та SS-4 синтезували меншу кількість бутанолу — 8,4 г/л та 8,2 г/л відповідно. Ізоляти SS-1 та SS-4 при культивуванні на середовищі з курячим послідом характеризувались на 12% меншими показниками синтезу бутанолу порівняно з іншими зразками.

Щодо синтезу бутанолу на середовищі з молочною сироваткою, то максимальна його кількість була утворена штамами SS-1 та SS-2 і становила 6,9 г/л та 7,0 г/л відповідно. Інші ізоляти на середовищі з молочною сироваткою синтезували на 10% меншу кількість бутанолу. Найменша кількість бутанолу була синтезована на середовищі з курячим послідом штамом SS-4 і становила 4,8 г/л. Штам SS-5 майже не мав здатності до збродження даних субстратів.

Інтенсивність продукування органічних розчинників штамами SS-1 та SS-4 корелювала з показниками, які були відмічені при бродінні даних штамів на стандартних зернових середовищах.

Висновки

Дослідження проводились як початковий первинний відбір активних штамів роду *Clostridium*, здатних до ацетоно-бутилового зброджування нестандартних субстратів, так і самих субстратів, що створюють значні екологічні проблеми та потребують ефективної утилізації. Отримані результати інтенсивності бродиння як на стандартних, так і на альтернативних субстратах є досить обнадійливими щодо перспективи використання штамів для відпрацювання ефективних технологій отримання органічних розчинників, зокрема бутанолу.

Література

1. Свириденко Ю.Я. Эффективный подход к переработке молочной сыворотки / Ю.Я Свириденко, Т.А. Волкова // Молочная промышленность. — 2012. — № 7. — С. 44—45.
2. Волкова Т.А. Перспективные направления переработки молочной сыворотки / Т.А. Волкова // Переработка молока. — 2014. — № 5. — С. 6—9.
3. Максимюк Н.Н. Биотехнологические аспекты переработки белковых отходов животного происхождения / Н.Н. Максимюк, А.Н. Денисенко, Д.С. Мисак // Фундаментальные исследования. — 2006. — № 9. — С. 44—45.
4. Сироватка молочна — біологічно цінний продукт / О.А. Чернюшок, О.В. Кочубей-Литвиненко, В.П. Васи́лів та ін. // Харчова наука і технологія. — 2011. — № 1(14). — С. 40—42.
5. Analysis of the mechanism and regulation of lactose transport and metabolism in *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 / Y. Yu, M. Tangney, H.C. Aass, W.J. Mitchell // Appl. Environ. Microbiol. — 2007. — Vol. 73, № 6. — P. 1842—1850.
6. Екологічна оцінка стану довкілля в зонах виробництва продукції птахівництва / В.П. Бородай, О.В. Тертична, М.П. Кейван та ін. // Екологія. — 2014. — № 4(137). — С. 22—25.
7. Мельник В.О. Пташиний послід: вихід, хімічний склад та основні способи переробки. — 19.09.2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://avianua.com/ua/index.php/statty-po-pticevodstvu/tekhnohhiia-ptakhivnytstva/40-ptashinij-poslid-himichnyj-sklad>.
8. Пискаева А.И. Анализ способов переработки сельскохозяйственных органических отходов на примере куриного помета / А.И. Пискаева // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. — 2016. — № 4(12) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://aeconomy.ru/science/agro/analiz-sposobov-pererabotki-selskokh/>.
9. Gerber P. Poultry production and the environment — a review / P. Gerber, C. Opio, H. Steinfeld // Proceedings of the International Conference Poultry in the Twenty-First Century: Avian Influenza and Beyond. — 2008. — P. 379—405.
10. Лысенко В.П. Биопрепараты для компостирования птичьего помета / В.П. Лысенко, Г.Е. Мерзляя, Р.А. Афанасьев // Птицеводство. — 2014. — № 3. — С. 39—44.
11. Ястремська Л.С. Поживив середовища на основі відходів птахо-фабрик для вирощування мікроорганізмів різних таксономічних груп / Л.С. Ястремська, Т.П. Криштаб // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2010. — Вип. 12. — С.114—123.
12. Скроцька О.І. Виділення ацетоно-бутилових бактерій з різних природних джерел / О.І. Скроцька, Ю.М. Пенчук, С.О. Скроцький, М.М. Гавриленко // Харчова промисловість. — 2010. — № 9. — С. 49—52.
13. Логоткин И.С. Технология ацетоно-бутилового производства / И.С. Логоткин — Москва : Пищепромиздат, 1958. — 267 с.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — Москва : Высшая школа, 1980. — 293 с.
15. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с применением «Excel» / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — Киев : Морион, 2000. — 320 с.
16. Control of carbon and electron flow in *C. acetobutylicum* fermentations: utilization of carbon monoxide to inhibit hydrogen production and to enhance butanol yields / В.Н. Kim, P. Bellows, R. Datta, J.G. Zeikus // Appl. Environ. Microbiol. — 1984. — Vol. 48. — P. 764—770.

**QUALITY OF RAW MATERIALS AT THE ENTERPRISES
OF THE BAKERY INDUSTRY:
THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS**

U. Trush, A. Zainchkovskiy

National University of Food Technologies

Key words:

*Management
Product
Enterprise
Quality
Raw material*

Article history:

Received 12.03.2018
Received in revised form
30.03.2018
Accepted 19.04.2018

Corresponding author:

U. Trush
E-mail:
Yuliya633@ukr.net

ABSTRACT

Qualitative finished products are the guarantor of the efficiency and purposeful development of the quality management system of products, including the derivative tasks in the field of quality management, in particular, the reduction of production costs and product shortages, high quality of raw materials, innovative development, because the improvement of product quality without the use of qualitative raw materials and the use of modern innovation methods of production and technologies is impossible.

It is established that the importance of the influence of the factor — the quality of raw materials — to ensure the production of bread and bakery products of high quality is of paramount importance. It is substantiated that the quality of raw materials (flour) by 70—80% determines the characteristics of the final product. The theoretical and practical aspects in the field of quality of raw materials at the enterprises of the bakery industry were considered and researched, which allowed to identify a number of issues, namely the absence of an algorithm (methodology) for conducting a comprehensive assessment of the supplier of raw materials (flour).

It is suggested to use the method of comprehensive assessment of the supplier of raw materials for the enterprises of the bakery industry, to avoid work with unreliable suppliers, eliminate the problem of poor quality raw materials on the enterprise.

It is proved that the proposed methodology will allow to choose the most reliable supplier from a plurality of potential for maintenance of strong long-term relations and work, taking into account the principle of mutually beneficial cooperation. It is recommended to divide suppliers into three groups for practical application of the proposed methodology.

The practical realization of the proposed methodology is carried out due to the calculation of the rating of the supplier of raw materials with the use of expert assessments, the definition of the overall assessment of the supplier's reliability and the establishment of the supplier's membership group. The reliability of the conducted researches is confirmed by the coefficient of consensus of expert opinions — coefficient of concordation of Kendel.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-7

ЯКІСТЬ СИРОВИНИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ: ТЕОРЕТИЧНИЙ І ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ

Ю.Л. Труш, А.О. Заїнчковський

Національний університет харчових технологій

Якісна готова продукція є гарантом ефективності та цільового розвитку системи управління якістю продукції, що включає похідні завдання в управлінні якістю, зокрема зменшення витрат виробництва й браку продукції, високу якість сировини, інноваційний розвиток, адже підвищення якості продукції без використання якісної сировини й застосування сучасних інноваційних способів виробництва і технологій неможливе.

Встановлено, що важливість впливу фактора — якості сировини — для забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів високої якості відіграє першочергове значення. Обґрунтовано, що якість сировини (борошно) на 70—80% визначає характеристики кінцевої продукції. Розглянуто та досліджено теоретичні й практичні аспекти якості сировини на підприємствах хлібопекарської галузі. Це дало змогу виявити ряд питань, що полягають у відсутності алгоритму (методики) проведення комплексної оцінки постачальника сировини (борошна).

Запропоновано використати методику комплексної оцінки постачальника сировини для підприємств хлібопекарської галузі, уникнення роботи з ненадійними постачальниками, усунення проблем надходження неякісної сировини на підприємство.

Доведено, що запропонована методика дасть змогу із множини потенційних постачальників вибрати найбільш надійного для підтримання міцних довгострокових зв'язків і роботи з ним з урахуванням принципу взаємовигідної співпраці. Рекомендовано для практичного застосування запропонованої методики постачальників поділити на три групи.

Проведено практичну реалізацію запропонованої методики внаслідок розрахунку бальної оцінки постачальника сировини із застосуванням експертних оцінок, визначенням сумарної оцінки надійності постачальника та встановленням групи належності постачальника. Достовірність проведених досліджень підтверджено коефіцієнтом узгодженості думок експертів — коефіцієнтом конкордації Кендела.

Ключові слова: управління, продукт, підприємство, якість, сировина.

Постановка проблеми. Необхідно відзначити, що питання підвищення якості сировини в сучасних системах управління якістю недостатньо розглянуті та в недостатньому обсязі використовуються на практиці в тісному зв'язку із застосуванням комплексної оцінки постачальника сировини на підприємствах хлібопекарської галузі. Дослідження діяльності підприємств хлібопекарської галузі показали, що основними та першочерговими шляхами покращення системи управління якістю продукції є вдосконалення її складо-

вих, серед яких чинне місце належить теоретичним і практичним засадам підвищення якості сировини в контексті обґрунтування алгоритму проведення комплексної оцінки її постачальника з метою виготовлення якісної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що на конкурентоспроможність продукції та підприємства, як основного чинника прибутковості його діяльності, впливають ціни на продукцію, післяпродажний сервіс, маркетингове оточення, якість продукції, яка передусім залежить від якості сировини, що використовується для її виробництва.

Теоретичні та практичні суперечки, які виникали в ході вирішення питань підвищення якості сировини на підприємствах хлібопекарської галузі, і нині тривають у сучасному економічному світі.

Так, наприклад, І.В. Алексеев досліджував актуальні питання удосконалення елементів систем управління якістю продукції на підприємстві, одним з яких є якість сировини. Е.Б. Комлев приділив увагу покращенню якості сировини на підприємствах як основному чиннику, що гарантує високу якість готової продукції. М.І. Шаповал досліджував якість сировини на підприємствах як один із факторів, що забезпечує ефективне управління якістю готової продукції. Р.В. Бичківський відзначив теоретичну й практичну значущість якості сировини для виробництва продукції харчової промисловості та послуг.

Метою статті є дослідження теоретичних і практичних аспектів управління якістю сировини на підприємствах хлібопекарської галузі, що полягає в обґрунтуванні алгоритму проведення комплексної оцінки постачальника сировини.

Викладення основних результатів дослідження. Вищезазначене обумовлює необхідність обґрунтування алгоритму (методики) проведення комплексної оцінки постачальника сировини з метою усунення причин виробництва неякісної продукції, оскільки цей фактор має опосередкований вплив на якість готової продукції. Дослідження питання проведемо на прикладі зразкових підприємств з управління якістю. Зокрема, «Виробничий цех № 2» ПАТ «Київхліб», «Виробничий цех № 10» ПАТ «Київхліб» і «Виробничий цех № 12» ПАТ «Київхліб», на яких впроваджена система управління якістю продукції. Запропонована методика дасть змогу запобігти непередбачуваним надходженням на підприємство сировини від ненадійних постачальників і визначити перспективи роботи з ними.

Важливість впливу фактора якості сировини має центральне значення для забезпечення виробництва хліба і хлібобулочних виробів високої якості, оскільки якість сировини (борошно) на 70—80% визначає характеристики кінцевої продукції.

На досліджуваних підприємствах («Виробничий цех № 2» ПАТ «Київхліб», «Виробничий цех № 10» ПАТ «Київхліб» і «Виробничий цех № 12» ПАТ «Київхліб») рівень впливу цього чинника на дефектність продукції становить у середньому 7,7% за 2011—2015 роки, а кількість випадків дефектів і, як наслідок, браку через невисоку якість борошна зростає втричі порівняно з попередніми роками і досягла 12%.

Це свідчить про недостатню увагу підприємств до постачальників сировини і таких проблем, як надходження борошна з прихованими властивостями,

що проявляється лише в процесі виготовлення хліба й обумовлює брак готової продукції, а також про низьку ефективність вхідного контролю сировини на підприємстві.

Для усунення існуючих проблем і їх повторного виникнення, керуючись принципом взаємовигідної співпраці з постачальниками, пропонується методика комплексної оцінки постачальника сировини для підприємств хлібопекарської галузі, що дасть змогу з декількох потенційних постачальників вибрати найкращого для підтримання міцних довгострокових партнерських зв'язків і співпраці [1—5].

Необхідно відзначити, що подібна оцінка постачальників в українських умовах мала місце і знаходила застосування, в основному, на підприємствах машинобудування, а на підприємствах харчової промисловості така методика, як правило, не застосовувалася. Запропонована методика розроблена з урахуванням накопиченого досвіду в цьому напрямку й зорієнтована на підприємство хлібопекарської галузі, що відображає його специфіку роботи та особливості географічного положення [4].

Використання комплексної оцінки постачальника дасть змогу зменшити вплив фактора якості сировини на появу дефектів продукції, а також усунути випадкові незаплановані поставки сировини від ненадійних постачальників і виникнення невчасних поставок.

Методика, яка пропонується, передбачає бальну оцінку факторів за різними показниками і в комплексі охоплює всі сторони процесу доставки та якісні характеристики сировини. Зміст показників, які розкривають вплив факторів надійності постачальника, визначено у табл. 1.

Таблиця 1. Комплексна оцінка постачальника сировини (борошно) для підприємств хлібопекарської галузі

Фактор, що впливає на надійність постачальника	Показники, що розкривають вплив факторів	
1. Якісні характеристики сировини, що надходить	1.1	Відповідність показників якості сировини нормативним документам
	1.2	Стабільність вхідного рівня якості сировини
	1.3	Якість сировини при переробці
	1.4	Умови транспортування сировини
2. Місцезнаходження постачальника	2.1	Відстань регіону поставки
	2.2	Кліматичні умови в регіоні постачальника
	2.3	Репутація регіону постачальника
	2.4	Можливість оперативної реакції на претензії
3. Організація постачання сировини	3.1	Виконання графіка поставок
	3.2	Ритмічність поставок
	3.3	Оперативність компенсації втрат від браку
	3.4	Повнота включення в контракт вимог замовника до якості сировини
4. Перспективність роботи з постачальником	4.1	Відповідність політики та цілей постачальника з управління якістю цілям споживачів
	4.2	Можливість функціонувати в умовах конкурентної боротьби
	4.3	Рівень підготовки і навчання персоналу
	4.4	Застосування комплексних підходів до управління якістю сировини

Так, на базі накопиченого досвіду співпраці досліджуваних підприємств з постачальниками пропонується виділити чотири ключові чинники, що впливають на надійність постачальника сировини для підприємств хлібопекарської галузі:

- 1) якісні характеристики сировини, що надходить;
- 2) місцезнаходження постачальника;
- 3) організація поставок сировини;
- 4) перспективність роботи з постачальником.

Фактори, наведені вище, перераховані в порядку зменшення їх важливості для досліджуваних підприємств галузі. Основним фактором запропонованої методики є рівень якості сировини, що характеризується відповідністю її властивостей вимогам нормативно-технічної документації, умовам доставки на підприємство і стабільним рівнем її якості.

Другим за важливістю чинником є місцезнаходження постачальника, що обумовлено віддаленістю регіону, репутацією і кліматичними умовами, а також можливістю оперативної реакції на претензії. Дані показники є важливими з точки зору забезпечення безперебійності і дотримання термінів поставок сировини [3].

Не менш важливим є чинник організації постачання сировини, результат оцінки якого залежить від виконання постачальником графіка поставок, забезпечення їх ритмічності, повноти виконання обсягів замовлень підприємства-замовника, що виступають у ролі споживачів, а також оперативності заміни неякісної сировини.

Крім зазначених факторів, у комплексну оцінку врахований фактор перспективності постачальника, що дає змогу планувати замовлення партій сировини в майбутньому від найнадійніших партнерів.

Методика комплексної оцінки постачальника визначається сумарною оцінкою показників по кожному фактору. Оскільки кожен фактор має різний вплив на надійність постачальника і якість сировини, в сумарній оцінці передбачено коефіцієнти, що визначають ранг кожного фактора. Ранжування впливу факторів доцільно проводити експертним шляхом із залученням працівників таких підрозділів підприємства, як відділ постачання, відділ з управління якістю, виробнича лабораторія, технологічна служба. На початковому етапі рекомендується встановити коефіцієнти рангу, що в сумі становлять 1:

- РФ1 — коефіцієнт фактора № 1 — 0,5;
- РФ2 — коефіцієнт фактора № 2 — 0,2;
- РФ3 — коефіцієнт фактора № 3 — 0,2;
- РФ4 — коефіцієнт фактора № 4 — 0,1.

Враховуючи вищевикладене, комплексна оцінка постачальника матиме такий вигляд:

$$O_k = P\Phi_1 \cdot \Phi_1 + P\Phi_2 \cdot \Phi_2 + P\Phi_3 \cdot \Phi_3 + P\Phi_4 \cdot \Phi_4, \quad (1)$$

де РФ — ранг відповідного фактора надійності; Φ — фактор надійності постачальника; O_k — комплексна оцінка постачальника.

Для оцінки кожного фактора надійності постачальника рекомендується оцінити окремі показники, що розкривають вплив цього фактора (табл. 2). На

початковій стадії вважаємо за можливе оцінити показники експертним шляхом за допомогою працівників вищезазначених підрозділів, що відповідають за якість сировини і роботу з постачальниками, в діапазоні від 0 до 5 балів.

Надалі рекомендується більш детально вивчити вплив зазначених показників і збільшувати діапазон оцінки до 10 балів. Таким чином, кращими показниками надійності будуть характеризуватися постачальники, які отримають 20 балів, гіршими — 0 балів. Для практичного застосування запропонованої нами методики рекомендується постачальників поділити на три групи:

1) постачальники, які отримали 4- і 5-бальні оцінки за кожен показник, а в сумі мають 16—20 балів, — надійні, з якими можна встановлювати довгострокові взаємовигідні відносини, здійснювати пошук нових вигідних форм роботи, розробку нових перспективних планів взаємодії;

2) постачальники, показники яких оцінені на 2—3 бали (сумарна оцінка 8—12 балів) — нестійкі, але мають можливість перейти до першої категорії при поліпшенні рівня факторів, оцінених низько;

3) постачальники, відзначені низькими оцінками показників (0—1 бал), а в сумі мають 0—4 бали, — ненадійні, з якими необхідно припинити співпрацю без відновлення в найближчій перспективі.

У тих випадках, коли комплексна оцінка постачальника набуває значення від 4 до 8 балів і від 12 до 16 балів, його діяльність потребує детального вивчення і виявлення передусім рівня тих показників, які мають найбільш високий ранг для того, щоб віднести постачальника в одну з виділених нами груп.

Практична реалізація зазначеної методики і розрахунок бальної оцінки основного постачальника сировини для досліджуваних підприємств галузі — ПАТ «Київмлин» із застосуванням методу експертних оцінок наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Комплексна оцінка постачальника основної сировини (борошно) ПАТ «Київмлин» для досліджуваних підприємств і матриця рангів

№ фактора	№ показника	Експерти (r)			Сума рангів	$(\sum r_i - a)^2$
		$1r_1$	$2r_2$	$3r_3$		
1	2	3	4	5	6	7
1	1.1	5	5	4	14	156,25
	1.2	4	5	4	13	156,25
	1.3	5	4	5	14	156,25
	1.4	5	5	4	14	156,25
2	2.1	5	5	4	14	132,25
	2.2	4	4	5	13	132,25
	2.3	4	4	4	12	182,25
	2.4	5	4	5	14	156,25
3	3.1	4	5	4	12	182,25
	3.2	5	5	4	15	110,25
	3.3	4	4	4	12	182,25
	3.4	5	4	5	12	182,25
4	4.1	4	4	4	12	182,25
	4.2	4	5	4	14	132,25

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
4	4.3	4	4	4	12	182,25
	4.4	4	4	4	12	182,25
Розрахунок сумарної оцінки надійності постачальника				$40,5 \cdot (5 + 4 + 5 + 5) +$ $+ 0,2 \cdot (5 + 4 + 4 + 5) +$ $+ 0,2 \cdot (4 + 5 + 4 + 5) +$ $+ 0,1 \cdot (4 + 4 + 4 + 4)$		
Сумарна оцінка надійності постачальника				18,3		
Група, до якої відноситься постачальник				Надійний постачальник		
Висновок щодо співпраці з постачальником співробітництва				Установка вигідного довгострокового співробітництва		

Джерело: складено і розраховано автором за даними ПАТ «Київмлин»; $1r_1$ — «Виробничий цех № 10» ПАТ «Київхліб»; $2r_2$ — «Виробничий цех № 12» ПАТ «Київхліб»; $3r_3$ — «Виробничий цех № 2» ПАТ «Київхліб».

Важливим моментом для оцінки узгодженості думок експертів є використання дисперсійного коефіцієнта конкордації Кендела:

$$W = 12S / m^2 (n^3 - n) \quad (2)$$

У випадках, коли який-небудь експерт не може встановити рангову відмінність між декількома факторами і надає їм однакові ранги, розрахунок коефіцієнта конкордації відбувається з урахуванням поправочних коефіцієнтів за такою формулою:

$$W = 12S / (m^2 (n^3 - n) - m (\sum T/12)). \quad (3)$$

У табл. 2 спеціально приведена матриця рангів з результатами опитування експертів. Кожен з них ранжує змінні за ступенем їх впливу на фактори. У нашому випадку $n = 16$, $m = 3$, $(\sum r_i - a) / 2$ — середній ранг матриці, $a = 0,5 m (n + 1) = 25,5$; S — сума середнього значення всіх рангів матриці; $S = \sum (\sum r_i - a) / 2 = 25581$. У вихідних ранжованих рядах спостерігаються однакові ранги (див. дані по експертам 1, 2, 3). У зв'язку з цим виявляють поправні коефіцієнти. Їх значення наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Значення поправних коефіцієнтів

Експерти	Поправні коефіцієнти	
	$T = t^3 - t$	$T/12$
1	$(5^3 - 5) + (4^3 - 4) = 180$	15
2	$(5^3 - 5) + (4^3 - 4) = 180$	15
3	$(5^3 - 5) + (4^3 - 4) = 180$	15

Маючи всі необхідні дані і з огляду на поправні коефіцієнти, розрахуємо коефіцієнт конкордації Кендела за допомогою формули (3):

$$W = 12 \cdot 28\,581 / (3^2 (16^3 - 16) - 3(15 + 15 + 15)) = 0,83,$$

де $W = 0,83$ — коефіцієнт конкордації Кендела [5].

Отже, в ході застосованої методики комплексної оцінки постачальника основної сировини ПАТ «Київмлин» можна зробити висновок, що з цим постачальником можна встановлювати вигідне довгострокове співробіт-

ництво, тому що оцінка надійності постачальника дорівнює 18,3 бала та відноситься до першої групи — надійний постачальник.

Достовірність проведених досліджень підтверджено коефіцієнтом узгодженості думок експертів — коефіцієнтом конкордації Кендела, який становить 0,83 (максимальне значення даного коефіцієнта дорівнює 1, чим ближчий отриманий результат до 1, тим більш узгоджені думки експертів).

Висновки

Запропонована методика комплексної оцінки постачальника сировини для підприємств хлібопекарської галузі дасть змогу провести якісний аналіз постачальника борошна, що заснований на комплексному обліку й оцінці всіх сторін діяльності підприємства з урахуванням економічних показників і важливих факторів, та забезпечить можливість обрати надійного серед існуючих, з яким можна працювати в довгостроковій перспективі.

Література

1. *Алексеев І.В.* Економічний механізм управління розвитком підприємства / І.В. Алексеев та інші. — Львів : Світ, 2009. — 154 с.
2. *Чернелевский Л.М.* Экономический анализ на предприятиях пищевой промышленности / Л. Чернелевский, А.В. Михайленко. — Москва : ИНФА-М, 2010. — 254 с.
3. *Комлев Е.Б.* Анализ конкурентоспособности товаров / Маркетинг в России и за рубежом. — 2009. — № 3. — С. 45—49.
4. *Шаповал М.І.* Менеджмент якості: підручник / М.І. Шаповал. — 3-є вид., випр. і доп. — Київ : Т-во «Знання», КОО, 2007. — 471 с.
5. *Бичківський Р.В.* Управління якістю: навчальний посібник / Р.В. Бичківський — Львів : ДУ «Львівська політехніка», 2008. — 329 с.

THEORETICAL APPROACHES TO DEFINING THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE

A. Koniaha, S. Dunda

National University of Food Technologies

Key words:

Development
Development of enterprise
Economic development
model
Mechanism
Management
Efficiency
Growth
Laws
Factors

Article history:

Received 14.03.2018
Received in revised form
02.04.2018
Accepted 20.04.2018

Corresponding author:

S. Dunda

E-mail:

svitlana.dunda@gmail.com

ABSTRACT

The present stage of development of economic scientific thought is characterized by a rethinking of traditional approaches and methods of management of socio-economic systems of different levels. If earlier measurement of achievements of enterprises was carried out with the help of such methods of management of the development of economic entities, on which the management of indicators of financial efficiency was based, modern realities of modern business behavior require rethinking of the main factors of economic development. Current conditions of many enterprises are characterized by the presence of competition, the dynamics of market conditions, significant changes in the macroeconomic medium, which are represented by the trends of NTP, the rapid aging of knowledge, the emergence of new spheres of the economy, changes in the mode of production — the transition from industrial to postindustrial economies, etc. Therefore, the concept of enterprise development is very significant and requires detailed study.

In the article the economic essence of the concept of “development of entrepreneurship” is considered, the laws, factors and main approaches to understanding the essence of development are defined, as well as the main problems of entrepreneurship development are analyzed. The views of different authors on the interpretation of this concept, which exists in the scientific literature are considered. The classification of development processes is studied and the main characteristics of each of them are determined. The general features and differences between the concepts of “development” and “growth” are analyzed, as well as what each of them represents. The article also examines the main obstacles facing the development of the enterprise and their influence.

The purpose of the article is to determine the essence of the concept of development and its significance for the activity of enterprises in the present conditions of development. Based on the carried research, the content of the concept “enterprise development” and the author’s general definition of the analyzed category are disclosed.

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

А.В. Коняга, С.П. Дунда

Національний університет харчових технологій

Сучасний етап розвитку економічної наукової думки характеризується переосмисленням традиційних підходів і методик управління соціально-економічними системами різних рівнів. Якщо в минулому вимірювання досягнень підприємств здійснювалося за допомогою таких методів управління розвитком господарюючих суб'єктів, які базувалися на управлінні фінансовими показниками діяльності, то теперішні реалії сучасного ведення бізнесу вимагають переосмислення основних чинників економічного розвитку. Сучасні умови діяльності багатьох підприємств характеризуються наявністю конкуренції, динамічністю ринкової кон'юнктури, суттєвими змінами у макросередовищі, які представлені тенденціями НТП, швидким старінням знань, виникненням нових сфер економіки, змінами способу виробництва — переходу від індустріальної до постіндустріальної економіки тощо. Тому поняття розвитку підприємства є досить суттєвим і потребує детального дослідження.

У статті розкрито економічну сутність поняття «розвиток підприємства», визначено закони, фактори та основні підходи до розуміння сутності розвитку, а також проаналізовано основні проблеми розвитку підприємств. Розглянуто точки зору різних авторів щодо трактування поняття, що існують в науковій літературі. Досліджено класифікацію процесів розвитку та визначено основні характерні ознаки кожної з них. Проаналізовано спільні риси та відмінність понять «розвиток» і «зростання», а також з'ясовано їхній зміст. Також визначено основні перешкоди, що виникають на шляху розвитку підприємства та їх вплив.

Визначено сутність поняття розвитку та його значення для діяльності підприємств за сучасних умов розвитку. На основі проведеного дослідження розкрито зміст поняття «розвиток підприємства» та надано авторське узагальнене визначення аналізованої категорії.

Ключові слова: розвиток, розвиток підприємства, управління, ефективність, зростання, закони, фактори.

Постановка проблеми. Сучасний світ змінюється швидко і посилення процесів глобалізації призводить до значних змін у діяльності вітчизняних підприємств. Значно посилюється вплив зовнішніх факторів і все більшого значення набуває гнучкість, довгострокова результативність, якісні показники діяльності.

Будь-яке підприємство прагне забезпечити розвиток власної діяльності, отримувати високі прибутки, бути лідером ринку та галузі. Однак не кожне підприємство має здатність і можливість розвиватися, оскільки глибокі зміни середовища господарювання та дія різних чинників можуть стримувати

розвиток підприємства. Сьогодні його успіх значною мірою залежить від інтелектуальних можливостей працівників, їх задоволеності умовами праці, рівня соціальних гарантій і загалом відповідального ставлення до працівників з боку підприємства та держави. Підприємство вже не може забезпечувати істотні конкурентні переваги на ринку лише за рахунок матеріальних і фінансових ресурсів. Це актуалізує питання розгляду сутності та змісту категорії «розвиток підприємства».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню проблем управління розвитком підприємств присвятили свої дослідження такі вітчизняні та зарубіжні науковці, як Р. Акофф, Н.В. Афанасьєв, І.О. Богатирьов, В.О. Василенко, С.О. Гуткевич, В. Ф. Кифяк, Д.Г. Корольов, Т.Б. Надтока, Р.М. Петухов, Ю.А. Плугіна, В.С. Погорелов, В.С. Пономаренко, О.В. Раєвська, В.І. Рудика, А.С. Тонких, О.М. Тридід, І.В. Федулова, Ф. Хедоурі та багато інших. Віддаючи належне значному науковому та практичному доробку зазначених авторів, необхідно підкреслити, що певне коло завдань залишилось недостатньо розкритим. Так, на сьогодні науковці розглядають лише окремі аспекти управління розвитком підприємства, але не приділяють достатньої уваги створенню й обґрунтуванню цілісної системи управління. Наявні розробки мають узагальнений рекомендаційний характер і не створюють системного уявлення про управління розвитком підприємств. Проте динамічні зміни, які відбуваються у вітчизняній та світовій економічних системах потребують уточнення існуючого теоретико-методичного інструментарію управління розвитком підприємств.

Аналізуючи накопичені в економічній науці знання, важливо дослідити змістовну сутність поняття розвиток та з'ясувати його значення для діяльності підприємства за сучасних умов.

Метою статті є дослідження існуючих підходів до визначення поняття «розвиток» та уточнення даної дефініції в системі понять.

Викладення основних результатів дослідження. Під поняттям «розвиток» розуміють зміни, що відбуваються на підприємстві, тобто певну послідовність переходів соціально-економічної системи підприємства від початку його створення до його ліквідації [11]. Інше джерело трактує це поняття як необоротну, спрямовану закономірну зміну матеріальних та ідеальних об'єктів. Тільки одночасна наявність цих трьох зазначених властивостей виділяє процеси розвитку серед інших змін: оборотність змін характеризує процеси функціонування (циклічне відтворення постійної системи функцій); відсутність закономірності характерна для випадкових процесів катастрофічного типу; за відсутності спрямованості зміни не можуть нагромаджуватися і процес втрачає характерну для розвитку єдину, внутрішньо взаємозалежну лінію. Саме внаслідок розвитку виникає новий стан об'єкта, який є зміною його складу чи структури.

У Великому тлумачному словнику української мови розвиток визначено як процес, внаслідок якого відбувається зміна якості чого-небудь, перехід від одного якісного стану до іншого [4]. На думку інших вчених [5], розвиток — це рух вперед, формування нових рис, становлення нових структурних харак-

теристик об'єкта, його еволюція, поліпшення, удосконалювання, прогрес, а також ріст і розширення.

Інший підхід пропонує В.Ф. Киф'як [10], який стверджує, що розвиток — це динамічна система взаємодіючих підсистем, передумов, факторів і принципів, які формують вектор кількісних і якісних змін функціонування підприємства, спрямованих на досягнення пріоритетів. Ю.С. Погорєлов [17; 18] трактує це поняття як безупинний процес, що відбувається за штучно встановленою або природною програмою як зміна станів підприємства, кожен з яких є якісно іншим за попередній, через що у підприємства як у більш складної системи виникають, розкриваються та можуть бути реалізовані нові можливості, нові властивості, якості та характерні риси, які сприяють здатності підприємства виконувати нові функції, вирішувати принципово інші завдання, що зміцнює його позиціонування в зовнішньому середовищі і підвищує здатність протидіяти його негативним впливам.

О.В. Раєвнева [19] визначає розвиток як унікальний процес трансформації відкритої системи в просторі та часі, який характеризується перманентною зміною глобальних цілей його існування шляхом формування нової дисипативної структури і переводом його в новий атрактор (одну з альтернативних траєкторій розвитку підприємства) функціонування. Група інших вчених стверджує, що розвиток — це об'єктивна зміна тільки якісних характеристик системи, що обумовлена як фундаментальними законами природи, так і закономірностями функціонування конкретних систем, при якій формуються нові властивості системи [2]. Також розвиток характеризує як якісні перетворення в діяльності підприємства за рахунок змін кількісних і структурних характеристик техніко-технологічних, організаційно-комунікаційних, фінансово-економічних ресурсів на основі ефективного використання інтелектуально-кадрових ресурсів та інформаційних технологій [16]. Т.Б. Надтока [14] пояснює розвиток як процес сукупних змін у соціально-економічній системі підприємства, спрямований на його перехід у новий якісно-кількісний стан у часі під впливом факторів внутрішнього і зовнішнього середовища. Важливо, що він може бути як позитивним, так і негативним за своїм напрямом.

На наш погляд, розвиток підприємства — це сукупність спрямованих, інтенсивних та якісних змін економічної природи, що відбуваються на підприємстві внаслідок суперечностей у внутрішньому середовищі та впливів факторів зовнішнього середовища.

Розвиток ми не можемо характеризувати лише як процес кількісних чи якісних змін, вони зв'язані між собою. Під кількісними змінами слід розуміти зростання, тобто збільшення чи зменшення складових частин, а от якісні зміни — це перетворення організації, її функцій, структури. Характерною ознакою розвитку є те, що не завжди якісні зміни повинні супроводжуватися кількісними. Проте саме прогрес забезпечує розвиток системи від нижчого рівня до вищого, вдосконалюючи систему і призводячи до кількісних змін.

Насамперед основою розвитку є кількісні та якісні зміни, оскільки вони ведуть до покращення. Розвиток підприємства має процесний характер, тобто він розподілений у часі, причому йому властива довготривалість. За своїм змістом розвиток підприємства є сукупністю процесів, які сумарно ведуть до

збільшення потенціалу підприємства, а зростання потенціалу, у свою чергу, сприяє розвитку. Проявом таких процесів є кількісні та якісні зміни, адаптація до навколишнього середовища підприємства та внутрішня інтеграція підприємства. Результативний прояв розвитку для підприємства полягає в реалізації кількісних і якісних змін, збільшенні потенціалу підприємства, забезпеченні здатності підприємства протидіяти негативним впливам зовнішнього середовища та підвищенні життєздатності підприємства.

Процеси розвитку розділяють за такими класифікаційними ознаками [8; 11; 14; 15]:

1. За якістю змін у соціально-економічній системі підприємства: прогресивний і регресивний розвиток. Прогресивним називають розвиток, де процеси забезпечують підвищення ефективності функціонування виробничо-комерційної системи підприємства, підвищення якості його діяльності, розвиток знизу догори. До регресивного відносять процеси, які призводять до погіршення чи незмінності ефективності функціонування виробничо-комерційної системи, розвиток згори донизу.

2. За характером змін: спрямований, циклічний, спіральний розвиток. Спрямований розвиток являє собою сукупність змін, що виникають і впливають на соціально-економічну систему підприємства у одному напрямку. Під циклічним розвитком розуміється безперервно повторювана послідовність змін, що характеризуються коливанням ефективності діяльності, розміру витрат та інших показників. Спіральний розвиток — це безперервно повторювана послідовність змін, що характеризується не тільки циклічними коливаннями показників діяльності, але і їх переходом на якісно новий рівень.

3. Залежно від динаміки змін у соціально-економічній системі підприємства: еволюційний і революційний. Еволюційний розвиток — це зміни в соціально-економічній системі підприємства, що відбуваються з однаковою швидкістю або з однаковим прискоренням. Революційний розвиток є змінами в соціально-економічній системі підприємства, що відбуваються зі змінною швидкістю або прискоренням.

4. За природою ключового критерію: абсолютний і відносний. Абсолютний розвиток — це сукупність змін, що можуть бути виміряні у вартісних, натуральних чи умовних одиницях і призводять до абсолютного зростання чи зменшення показників. Відносний розвиток являє собою сукупність змін, які можуть бути виміряні відносно інших економічних показників.

5. Залежно від рівня невизначеності процесів: прогнозований і випадковий розвиток. Прогнозований розвиток є змінами у соціально-економічній системі підприємства, що можуть бути передбачені керівництвом з певною ймовірністю, а випадковий розвиток не може бути передбачений.

6. Залежно від основи змін у соціально-економічній системі підприємства: екстенсивний, інтенсивний. Екстенсивний розвиток являє собою зміни у соціально-економічній системі підприємства та ефективності її функціонування, що досягаються за рахунок кількісного збільшення чи зменшення обсягів чинників виробництва. А інтенсивний розвиток досягається за рахунок якісного покращення або погіршення способів, методів чи технології використання чинників виробництва.

7. Залежно від можливості управління змінами: керований, спонтанний. Керований розвиток — це зміни, які відбуваються під впливом свідомих дій менеджерів, а спонтанний не є результатом свідомих дій управлінців.

8. Залежно від корпоративної стратегії: адаптивний, реактивний і проактивний розвиток. Адаптивний розвиток — це зміни, які мають на меті пристосування характеру функціонування підприємства до поточних умов діяльності. Реактивний розвиток являє собою зміни, що відбуваються у системі підприємства і мають своєю причиною зміни першого рівня аналізу. Щодо проактивного розвитку, то він є змінами, що передують іншим змінам другого рівня аналізу.

Варто зауважити, що поняття «розвиток» і «зростання» є взаємопов'язаними, проте відрізняються за сутністю. Зростання підприємства характеризується збільшенням обсягів виробництва, розширенням асортименту продукції, збільшенням чисельності працівників. Тобто зростання викликає якісні перетворення на підприємстві й сприяє його розвитку. Ріст і розвиток, на думку Р. Акоффа [1], — не одне й те саме. Ріст може відбуватися з розвитком або без нього. Здебільшого зростання означає підвищення розмірів або кількості об'єктів. Обмеження зростання не обмежує розвиток. Розвиток — це процес, в якому збільшуються можливості й бажання індивіда задовольняти свої бажання та потреби інших людей. Воно більшою мірою стосується того, як багато може зробити людина або організація, ніж того, чим вони вже володіють, якого економічного стану або рівня досягли до певного періоду свого існування.

Виділяють три основні підходи до розуміння розвитку [19]: через вивчення і виділення властивостей систем, які розвиваються; через формування трактувань цієї дефініції; як порівняльної характеристики об'єкта. За першим підходом, розвиток є незворотним, спрямованим, закономірним і унікальним процесом змін відкритої системи у просторі та часі. Другого підходу дотримуються такі вчені, які визначають розвиток як процес формування нової відкритої системи, який виражений у якісній зміні складу, структури і способу функціонування системи, що виявляється у кризовій формі та спрямований на досягнення цілей підприємства. Інші вчені розуміють розвиток як унікальний процес трансформації відкритої системи в просторі та часі, що характеризується постійною зміною цілей його існування шляхом формування нової відкритої системи і переводом його в нову траєкторію розвитку.

Розвиток як загальнонаукову категорію розглядають з трьох сторін: як закон, як принцип та як явище. Розвиток як закон характеризується переходом з одного стану в інший і наступний стан має бути кращим за попередній за кількісними або якісними характеристиками. Як явище він є протилежним до буття, яке знаходиться в незмінному стані, а як принцип — іманентною рисою буття, його невід'ємною характеристикою, що також зумовлює можливість подальших змін буття [17; 18]. Розвиток для організації являється таким типом змін, який підвищує організованість системи, а також ці зміни ведуть до кількісних і якісних змін у всіх галузях підприємства. Якщо базуватись на моделі життєвого циклу організації, то розвиток підприємства можна розглядати як життєвий цикл, який має стадії народження, дитинства, ранньої зрілості, розквіту, повної зрілості, старіння й оновлення [8].

Виходячи з розглянутих визначень поняття розвитку, виділяють такі підходи до визначення розвитку підприємства: стратегічний, факторний, відносно зовнішнього середовища, соціальний, економічний, філософський, відносно внутрішнього середовища, онтогенезисний. Однак, незважаючи на значну кількість підходів і визначень, єдиного трактування поняття немає. Узагальнюючи всі досліджені визначення, можна виокремити трактування поняття у вузькому та широкому розумінні. У вузькому розумінні розвиток — стан переходу підприємства в інший кількісний та якісний стан під впливом внутрішнього й зовнішнього середовища. У широкому розумінні розвиток підприємства розглядають як незворотній, закономірний процес, який є послідовною зміною результатів чи станів підприємства в часі та просторі на кількісно і якісно інший внутрішнього й зовнішнього середовища [10].

Існують також певні закономірності розвитку, до яких належить посилення в часі взаємозалежності та взаємодії параметрів розвитку системи, оптимізація збалансованості параметрів системи формує умови для позитивного розвитку в довгостроковому часовому інтервалі та зниження збалансованості рівня системи за будь-яких негативних змін її параметрів уповільнює розвиток, що може призвести до нестійкого стану системи. Розвиток організації базується саме на законах самозбереження, синергії, онтогенезу, композиції і пропорційності, ефекті масштабу, конкуренції, переході на нові наукові підходи і принципи, впорядкованості, на законі розвитку та економічних законах [5]. Саме завдяки дії цих законів можна обрати способи досягнення поставлених цілей та ефективно управляти розвитком організації. Найбільше уваги потребують такі закони розвитку, які спираються на принципи інерційності, безперервності, адаптивності, пропорційності та стабілізації.

Основними факторами, що спричиняють розвиток, є [3]: глобальні процеси світової цивілізації; науково-технічний прогрес; зміни зовнішнього та внутрішнього середовища; потреби та інтереси суспільства; демографічні тенденції; екологічні зміни; економічні кризи; моральне та фізичне старіння і знос матеріальних елементів; циклічні процеси макро- та мікрорівня. Особливу роль на даному етапі для управління розвитком відіграє інформація, оскільки вона зв'язує та об'єднує всі елементи організації.

Існує значна кількість перешкод, що стоять на шляху підприємства до розвитку [15]. До числа таких перешкод належать нестабільність і невизначеність процесів, що відбуваються в економіці; невміння встановлювати цілі; певні урядові заходи щодо регулювання окремих галузей, видів діяльності; екологічні норми та обмеженість певних видів ресурсів, у тому числі людських певного рівня кваліфікації; високий рівень конкуренції в галузі або на певній території; нерозвиненість методів сучасного планування та брак інформації тощо.

Отже, економічний розвиток підприємства характеризується незворотними, цілеспрямованими кількісно-якісними та сутнісними змінами економічної системи в довгостроковому періоді, які відбувається під впливом потреб та інтересів, економічних суперечностей.

Висновок

Питання розвитку підприємств є актуальним, оскільки зовнішнє середовище породжує проблеми, які досі не були досліджені підприємствами. Тен-

денції глобалізації стали поштовхом і рушійною силою до змін. Кожен суб'єкт підприємництва прагне при мінімальних зусиллях досягнути ефективних та оптимальних змін, які направлені на реалізацію мети й стратегії діяльності усього підприємства. Так чи інакше, багатофункціональне середовище існування вимагає взаємоузгодженості виконання конкретних цілей, які спрямовані на досягнення комплексного результату та розвитку підприємства.

Література

1. *Акофф Р.* Планирование будущего корпорации / Р. Акофф; [пер. с англ. В. Бирюкова, М. Крейсберга]. — Москва: Сирин, 2002. — 96 с.
2. *Афанасьев Н.В.* Управление развитием предприятия : монография / Н.В. Афанасьев, В.Д. Рогожин, В.И. Рудыка. — Харьков : Изд. Дом «ИНЖЭК», 2003. — 184 с.
3. *Василенко В.А.* Диагностика устойчивого развития предприятий / В.А. Василенко. — Київ : ЦУЛ, 2005. — 142 с.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови / В.Т. Бусел (уклад. та голов. ред.). — Київ ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005. — 1728 с.
5. *Гапоненко А.Л.* Стратегическое управление : учебник [для студ. ВУЗов] / А.Л. Гапоненко, А.П. Панкрухин. — Москва : Изд-во «ОМЕГА-Л», 2006. — 464 с.
6. *Друкер П.* Эффективный руководитель / П. Друкер; [пер. с англ. О. Чернявской]. — Москва : МИФ, 2012. — 240 с.
7. *Дунда С.П.* Теоретичні підходи до визначення поняття «розвиток підприємства» / С.П. Дунда // Проблеми підвищення інфраструктури : зб. наук. пр. — 2011. — Вип. 32. — С. 70—75.
8. *Дунська А.Р.* Інноваційна стратегія як сучасний інструмент управління розвитком підприємства: [Електронний ресурс] / А.Р. Дунська. — Режим доступу : http://www.confcontact.com/20101008/5_dunska.htm.
9. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / С.В. Мочерний (відп. ред.). — Київ : Академія, 2000. — 864 с.
10. *Кифяк В.* Теоретичні основи визначення категорії «розвиток підприємства» / В.Кифяк // Економічний аналіз. — Тернопіль, 2011. — Вип. 8, ч. 2. — С. 190—194.
11. *Колесніков А.П.* Засади механізму забезпечення стійкого розвитку підприємств / А.П. Колесніков // Інноваційна економіка. — 2013. — № 3(41). — С. 97—100.
12. *Коллинз Дж.* Построенные навечно. Успех компаний, обладающих видением / Дж. Коллинз, Дж. Поррас; [пер. с англ. В. Мишучкова]. — Москва : МИФ, 2014. — 359 с.
13. *Лепя Р.Н.* Управление развитием промышленных предприятий в условиях неоиндустриализации: механизм, модели и методы : монография / Р.Н. Лепя. — Киев : Институт экономики промышленности, 2016. — 162 с.
14. *Надтока Т.Б.* Соціальний розвиток промислового підприємства та механізми його управління // Управлінські технології у рішенні сучасних проблем розвитку соціально-економічних систем : монографія / Т.Б. Надтока, Г.А. Какуніна, О.В. Мартякова та ін. / за заг. ред. О.В. Мартякової. — Донецьк : Вид-во ДонНТУ, 2011. — С. 564—569.
15. *Передерієнко Н.І.* Сутнісно-змістовна характеристика процесів управління розвитком підприємств / Н.І. Передерієнко, Я.В. Котляревський // Наукові записки Української академії друкарства. — 2012. — № 2. — С. 103—111.
16. *Плугіна Ю.А.* Інтелектуальний розвиток: сутність поняття / Ю.А. Плугіна // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2011. — № 36. — С. 193—196.
17. *Погорелов Ю.С.* Категорія розвитку та її експлейнарний базис / Ю.С. Погорелов // Теоретичні та прикладні питання економіки. — 2012. — Вип. 27, Т. 1. — С. 30—34
18. *Погорелов Ю.С.* Шляхи розвитку соціально-економічного потенціалу підприємства / Ю.С. Погорелов, К.А. Лейко // Економіка і регіон. — 2015. — № 6. — С. 64—71.
19. *Раєвнева О.В.* Моделі управління розвитком промислового підприємства в умовах трансформаційної економіки: монографія / О.В. Раєвнева, І.В. Чанкіна. — Харків : ВД «ІНЖЕК», 2013. — 264 с.

IMPLEMENTATION OF THE GLOCALIZATION STRATEGY AT THE DOMESTIC FOOD MARKET

O. Holovan, O. Oliynyk, S. Markova, M. Oliynyk
Zaporizhzhia National University

Key words:

Strategy
Glocalization
Transnational corporation
Globalization
Business portfolio

Article history:

Received 15.03.2018
Received in revised form
29.03.2018
Accepted 12.04.2018

Corresponding author:

O. Oliynyk
E-mail:
a.n.oleynick@gmail.com

ABSTRACT

Integrating into the global economy, each corporation experiences not only the positive effects of global and local processes, but is also subjected to certain threats. Therefore, the consideration of national economic interests in formation of the foundations of both the domestic and foreign economic corporate strategies is a key to optimization of globalization impact on the future development of the integration association.

The authors of the study have carried out the current state diagnostics of the glocalization strategy implementation of one of the leading corporations in the world, which operates at the domestic food market. Food products and beverages of Nestlé that is a transnational corporation are presented in 191 countries.

The diagnostics of the effectiveness of the Nestlé business project glocalization strategy implementation, using the ADL/LC matrix, has revealed that in Ukraine TNC's portfolio contains three leading business projects that are at the same stage of the life cycle — maturity and one business project with a strong position at the decline stage. This shows an inadequate balance of Nestlé business portfolio at the ukrainian market. In the future, if additional measures for renovation of 'Svitoch', 'Torchin' and 'Myvina' brands are not taken, these products will pass to the decline stage, and profits from these activities will decrease. Therefore, in order to increase the effectiveness of the TNC Nestlé glocal strategy at the Ukrainian food market, it is necessary to create own new business projects or to implement the horizontal integration strategy by buying promising business projects that are already presented at the local market and are at another stage of the life cycle — growth. This will bring more benefits and allow the company to rely on a stable cash flow in the future.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-9

РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ГЛОКАЛІЗАЦІЇ НА ВІТЧИЗНЯНОМУ РИНКУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

О.О. Головань, О.М. Олійник, С.В. Маркова, М.О. Олійник
Запорізький національний університет

Інтегруючись до світової економіки, кожна корпорація зазнає не тільки позитивних впливів глобальних і локальних процесів, але й піддається певним

загрозам. Тому врахування в практичній діяльності національних економічних інтересів при формуванні основ як внутрішньої, так і зовнішньої економічної стратегії корпорації є запорукою оптимізації глобалізаційного впливу на майбутній розвиток інтеграційного об'єднання.

Авторами дослідження здійснено діагностику сучасного стану реалізації стратегії глокалізації однієї з провідних корпорацій світу, що представлені на вітчизняному ринку продуктів харчування. Nestlé — це ТНК, яка працює у сфері виробництва продуктів харчування та напоїв, що представлені у 191 країні.

Діагностика ефективності реалізації стратегії глокалізації бізнес-проектів компанії Nestlé за допомогою матриці ADL/LC виявила, що в Україні ця ТНК має у своєму портфелі три бізнес-проекти, які знаходяться на однаковому етапі життєвого циклу — зрілості, та один бізнес-проект з міцною позицією на стадії старіння. Проте це свідчить про недостатню збалансованість бізнес-портфеля компанії Nestlé на українському ринку. Продукти торговельних марок «Світоч», «Торчин» і «Мівіна» в перспективі, якщо компанією не буде вжито додаткових заходів щодо реновації брендів, перейдуть у стадію старіння, і прибутки від цих напрямків діяльності зменшаться. Тож для забезпечення підвищення ефективності локальної стратегії ТНК Nestlé на українському ринку продуктів харчування необхідно створити власні нові бізнес-проекти або реалізувати стратегію горизонтальної інтеграції шляхом викупу перспективних бізнес-проектів, що вже виведені на локальний ринок і знаходяться на іншому етапі життєвого циклу — зростання, що принесе більшу вигоду та забезпечить компанії можливість розраховувати на стабільний грошовий потік у майбутньому.

Ключові слова: стратегія, глокалізація, транснаціональна корпорація, глобалізація, бізнес-портфель.

Постановка проблеми. Взаємодія локального та глобального є багатоаспектним процесом, оскільки водночас поряд із зникненням локальних відмінностей під впливом глобальних процесів посилюється їхня значущість, відбувається трансформація глобальних форм в умовах локального контексту, що обумовлює необхідність реалізації транснаціональними компаніями на локальних ринках спеціально розроблених стратегій — так званих стратегій глокалізації. За умов розширення зовнішньоекономічних зв'язків України та її входження до глобального ринку найважливішим завданням для корпорацій стає адаптація їхніх глобальних стратегій ведення бізнесу до реалій локального вітчизняного ринку та суб'єктів, що діють на ньому. Одним із найяскравіших ринків, що може проілюструвати ці процеси, є вітчизняний ринок продуктів харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі становлення вітчизняного ринку продуктів харчування актуалізуються дослідження, що допомагають його розвитку й ефективному функціонуванню. Серед таких досліджень провідне місце посідає аналіз теоретичних і практичних аспектів реалізації стратегії глокалізації великими транснаціональними компаніями на локальних ринках, до яких належить український ринок продуктів харчува-

ння. Питання планування та реалізації стратегій на різних ринках досліджувались численними вітчизняними та зарубіжними науковцями. Так, теоретичні засади методів і підходів до планування та реалізації стратегії, а також практичні аспекти цього процесу вивчали І.В. Тюха, І.О. Денисюк [1], М.І. Головінов, О.І. Литвинов [2]. Дослідженню впливу стратегічного планування на конкурентоспроможність підприємства присвячені праці Л.І. Белоусової, Н.О. Марченко [3] та І.В. Смоліна [4]. Діяльність транснаціональних корпорацій, процес формування та реалізації їх стратегій вивчали І. Б. Сорока [5], П.А. Куцик, О.І. Ковтун, Г.І. Башнянін [6], О.О. Шапурова [7] та інші. Проте недостатню увагу дослідниками було приділено вивченню аспектів реалізації транснаціональними корпораціями глобальних стратегій на локальних ринках.

Метою статті є діагностика сучасного стану процесу реалізації стратегії глокалізації транснаціональної корпорації Nestlé на українському ринку продуктів харчування та визначення перспективних шляхів її вдосконалення урахуванням реалій локального контексту.

Викладення основних результатів дослідження. Інтегруючись до світової економіки, кожна корпорація зазнає не тільки позитивних впливів глобальних і локальних процесів, але й піддається певним загрозам. Тому врахування в практичній діяльності національних економічних інтересів при формуванні основ як внутрішньої, так і зовнішньоекономічної стратегії корпорації є запорукою оптимізації глобалізаційного впливу на майбутній розвиток інтеграційного об'єднання.

Здійснено діагностику сучасного стану реалізації стратегії глокалізації однієї з провідних корпорацій світу, що представлена на вітчизняному ринку продуктів харчування. Nestlé — ТНК, яка працює у сфері виробництва продуктів харчування та напоїв, що представлені у 191 країні. Компанія має понад 2000 торговельних марок: від всесвітньо відомих брендів до лідерів локальних ринків.

Управління групою Nestlé здійснюється за географічними регіонами — зона EMENA (Європа, Близький Схід та Північна Африка), зона AMS (Америка) та зона АОО (Азія/Океанія/Африка на південь від Сахари). Географічне управління характерне для більшості продуктів харчування та напоїв, за винятком підрозділів Nestlé Waters, Nestlé Nutrition, Nespresso, Nestlé Health Science та Nestlé Skin Health, управління якими здійснюється на глобальному рівні.

У розрізі товарних категорій обсяги продажів компанії Nestlé на світових ринках у 2016 р. наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Обсяги продажів підрозділів компанії Nestlé у 2016 році [8]

№	Товарний підрозділ	Обсяги продажів, млрд швейцарських франків
1	Порошкоподібні та рідкі напої	19,8
2	Продукти для здоров'я (спеціальне харчування) та дитяче харчування	15,0
3	Молочні продукти та морозиво	14,3
4	Приправи, кулінарія	12,1
5	Корм для тварин	12,1
6	Кондитерські вироби	8,7
7	Вода	7,4

Як можна бачити з табл. 1, лідерами продажів групи Nestlé у 2016 р. були порошкоподібні та рідкі напої (22% від загального обсягу продажів), спеціальне і дитяче харчування (17%), а також молочні продукти та морозиво (16%).

Позитивна динаміка зміни обсягів продажів продукції групи Nestlé спостерігалася у 2016 р. на ринках США, Бразилії, Філіппін, Канади, Японії, Росії. В той же час у більшості країн Західної Європи (Франція, Німеччина, Велика Британія, Швейцарія та ін.) відбувалося падіння обсягів продажів порівняно з 2015 р. (табл. 2).

Таблиця 2. Обсяги реалізації продукції Nestlé на ринках країн світу [8]

Головні ринки	Обсяг продажів у 2016 році, млрд швейцарських франків	2016/2015 (%)	
		у швейцарських франках	у місцевій валюті
США	26 704	+5,6	+3,2
Китай	6 536	-7,4	-4,4
Франція	4 478	-7,6	-9,5
Бразилія	4 120	+5,0	+6,5
Німеччина	2 874	-1,9	-3,9
Філіппіни	2 741	+3,6	+5,7
Велика Британія	2 725	-9,3	+0,4
Мексика	2 596	-5,6	+8,7
Канада	1 893	+2,5	+3,5
Італія	1 861	-0,3	-2,4
Японія	1 747	+21,3	+6,8
Іспанія	1 690	+1,3	-0,8
Австралія	1 519	+1,3	-0,8
Швейцарія	1 475	-4,8	-4,8
Росія	1 400	+5,2	+11,9
Інші країни	25 110	-0,1	-
Всього	89 469	+0,8	-

Частка України у загальному виторгу Nestlé не перевищує 1%; цей показник у країнах Західної Європи становить більше 1%.

Компанія Nestlé є прикладом іноземного інвестора, що застосовує стратегію диверсифікації. Бізнес цієї компанії диференційований за продуктовими групами та географією, що дає змогу їй досягнути стабільного зростання навіть у випадку коливань уподобань споживачів або спаду в окремому регіоні. Nestlé поступово нарощувала у своєму бізнес-портфелі кількість окремих стратегічних одиниць бізнесу, придбаних в Україні. Так, у 1998 р. компанія Nestlé викупила контрольний пакет акцій Львівської кондитерської фабрики «Світоч» і стала власником найвідомішого однойменного бренду України. У 2003 р. Nestlé стала власником 100% акцій підприємства «Волиньхолдинг» (ТМ «Торчин»), що дало змогу зайняти компанії лідируючі позиції у сегменті соусів. У 2010 р. Nestlé суттєво розширила свій бізнес-портфель шляхом купівлі ТОВ «Технодом» (ТМ «Мівіна») — провідного українського виробника продуктів швидкого приготування.

Сьогодні найбільшими сегментами бізнесу Nestlé в Україні є кулінарія (ТМ «Торчин»), кава та напої (ТМ NESCAFÉ, Coffee-mate), кондитерські вироби (ТМ Nestlé та «Світоч») та продукти швидкого приготування (ТМ «Мівіна»).

Український кондитерський ринок в останні роки сильно змінився — попит на солодке суттєво знизився. Основними факторами впливу на попит є девальвація гривні, падіння купівельної спроможності населення, зростання цін на какао-боби та цукор, конфлікт на сході України, а також зміни традиційних ринків збуту в країнах — членах СНД. За результатами досліджень, українці споживають у середньому 2 кг шоколаду та шоколадних виробів на рік. Це майже вдвічі нижчий показник, ніж на Заході, де населення вживає 5—6 кг шоколаду на рік.

Однак у структурі споживання шоколаду спостерігається тенденція до зростання частки елітного гіркого шоколаду. Споживачі, які при здоровому способі життя не бажають відмовлятися від солодких продуктів, віддають перевагу саме цьому виду продукції. Крім того, для дітей деякі батьки купують шоколад з корисними інгредієнтами: горіхами і сухофруктами, а також з підвищеним вмістом молока як додаткового джерела кальцію. З огляду на такі споживчі настрої, кондитерські компанії збільшили обсяги виробництва продукції середньої та низької цінових категорій.

Наступним сегментом, де компанія Nestlé реалізує стратегію глокалізації, є ринок кави. За останні десятиліття попит на каву в Україні значно збільшився (у період з 2003 р. по 2013 р. рівень споживання виріс на 23%) і продовжує зростати. З вересня 2016 р. по серпень 2017 р., порівняно за аналогічним періодом роком раніше, український ринок кави продемонстрував зростання продажів на 3% в натуральному вимірі. В аналогічний період у 2016 р. у порівнянні з 2015 р. продажі демонстрували падіння на 8% за даними ритейл-аудиту Nielsen [9]. У вересні 2016 р. — серпні 2017 р. в структурі продажів категорії кави найбільшу частку займав сегмент натуральної (меленої і в зернах) кави, який мав 35% частки в натуральному і 24% в грошовому вимірі.

Найбільш популярними брендами в Україні є: у сегменті розчинної кави — Jacobs і Nescafe; зернової та меленої кави — Lavazza і Jacobs; кавових напоїв — MacCoffe, Jacobs, Nescafe.

Конкуренцію всесвітньо відомим кавовим брендам на локальних ринках складають місцеві малі підприємства, які обсмажують каву і пропонують її під власними торговельними марками споживачам сегментів B2B та B2C. Основними конкурентними перевагами місцевих виробників є більш гнучка цінова політика, кращі органолептичні показники кави через її свіжість, якісне обслуговування місцевих клієнтів тощо, що слід враховувати при реалізації стратегії глокалізації ТНК Nestlé.

Важливим з точки зору прибутковості на локальному ринку для ТНК Nestlé є ринок соусів. Починаючи з 2012 р., обсяги ринку та виробництва соусу в Україні знижуються. Динаміка виробництва кетчупу та томатної пасту в Україні за 2013—2017 рр. свідчить, що порівняно з 2013 р. у 2014 р. обсяги виробництва зменшилися на 9%, у 2015 р. — на 19%, у 2016 р. — на 27% [10]. Падіння обсягів виробництва пояснюється трьома факторами: економічною кризою в країні; зниженням обсягів експорту продукції через ускладнення торговельних відносин з Російською Федерацією; популяризацією здорового способу життя і, як наслідок, відмовою від використання соусів у харчуванні.

Близько 25% майонезу і 70% кетчупів, що споживає населення України, приходить на частку бренду «Торчин», що виробляє ПрАТ «Волинь-холдинг», яке входить до групи Nestlé.

Аналіз локальних українських продуктових ринків показав, що конкуренція на них достатньо жорстка через присутність великої кількості як національних, так і зарубіжних виробників та падіння попиту, яке пов'язане зі зниженням платоспроможності українських споживачів. Більш того, українські споживачі дотримуються національних традицій у процесі приготування їжі, прагнуть до здорового харчування, надаючи перевагу натуральним, а не переробленим продуктам зі штучними інгредієнтами (особливо це стосується розчинної кави та соусів). Тому компанії Nestlé задля забезпечення власної конкурентоспроможності на локальному ринку доцільно адаптувати свої глобальні стратегії до його специфіки.

Здійснимо діагностику ефективності реалізації стратегії компанії Nestlé на локальному ринку. Одним із способів оцінки реалізації бізнес-проектів є модель ADL/LC. Для побудови матриці моделі необхідно визначити положення кожного бізнес-проекту компанії на українському ринку. Для аналізу обираємо основні бізнес-проекти Nestlé: кава NESCAFÉ, шоколад «Світоч», кетчупи «Торчин» і вермішель швидкого приготування «Мівіна».

Для визначення положення товару на ринку будемо використовувати такі показники: частка ринку (питома вага товарів фірми у загальній місткості відповідного ринку збуту); технологічне лідерство (наявність особливої технології виробництва або компонентів, які не мають конкуренти); додаткові переваги (особливості даного товару порівняно з іншими); широта асортименту; ефективність реклами.

Аналізуючи бізнес-проекти Nestlé за відповідними показниками, визначаємо їх реальне місце на ринку серед продукції конкурентів і товарів-замінників за допомогою методики, яка була розроблена відомою консалтинговою компанією Артур Д. Літл (ADL/LC) та адаптована К.С. Коваленко [11] (табл. 3).

Таблиця 3. Показники оцінки рейтингу конкурентоспроможності позицій бізнес-проектів компанії Nestlé на локальному ринку

Показники	Ваговий коефіцієнт	NESCAFÉ	«Світоч»	«Торчин»	«Мівіна»
Частка ринку	0,3	2	4	4	5
Технологічне лідерство	0,2	3	3	3	3
Додаткові переваги	0,25	3	3	3	3
Широта асортименту	0,1	2	2	4	4
Реклама	0,15	2	3	4	3
Загальний рейтинг	1	2,45	3,2	3,55	3,7

Оцінка місця на ринку за рейтингом показує, що бізнес-проект NESCAFÉ займає міцну позицію на ринку. Інший бізнес-проект компанії Nestlé в Україні — «Мівіна» — позиціонує себе як лідер, але не за всіма показниками має максимальні бали. Відповідно до загального рейтингу бізнес-проект

«Торчин» посідає сильну позицію, оскільки має особливі переваги у виробництві (регресивну вертикальну інтеграцію), що зменшує витрати на сировину та дає змогу розвивати цей бізнес-проект. За загальним рейтингом, бізнес-проект «Світоч» також займає сильну позицію, але бал за широту асортименту є недостатньо високим, оскільки лінійка продукції обмежена, відсутні позиції з натуральними наповнювачами (горіхи, ізюм тощо), а також популярний зараз елітний гіркий шоколад.

Бізнес-проект NESCAFÉ перебуває на стадії старіння, оскільки українські покупці поступово втрачають інтерес до розчинної кави, яку поступово витісняє з ринку більш смачна та якісна мелена натуральна кава. Бізнес-проект «Торчин» перебуває на стадії зрілості, оскільки має невелику стабільну кількість конкурентів, ринок розподілений на частки та є насиченим, обсяги продажів починають повільно спадати. Бізнес-проект «Світоч» знаходиться на стадії зрілості, оскільки продукція під цим брендом довгі роки користується стабільним попитом у постійних покупців, проте її обсяги продажів починають поступово скорочуватися. Бізнес-проект «Мівіна» перебуває також на стадії зрілості.

Проаналізувавши основні бізнес-проекти компанії Nestlé, що представлені на українському ринку, можна визначити положення бізнес-проектів, які пропонуються, і визначити напрямки підвищення їх ефективності (рис.).

		Конкурентні позиції					
		Слабка	Міцна	Сприятлива	Сильна	Домінуюча	
Стадії життєвого циклу товару		NESCAFÉ			«Світоч» «Торчин» «Мівіна»		Старіння
							Зрілість
							Зростання
							Зародження

Рис. Матриця моделі ADL/LC бізнес-проектів компанії Nestlé на локальному ринку України

Висновки

Діагностика ефективності реалізації стратегії глокалізації бізнес-проектів компанії Nestlé за допомогою матриці ADL/LC показує, що в Україні ця ТНК має у своєму портфелі три бізнес-проекти, які знаходяться на однаковому етапі життєвого циклу — зрілості, та один бізнес-проект з міцною позицією на стадії старіння. Проте це свідчить про недостатню збалансованість бізнес-портфеля компанії Nestlé на українському ринку. Продукти торговельних марок «Світоч», «Торчин» і «Мівіна» в перспективі, якщо компанією не буде вжито додаткових заходів щодо реновації брендів, перейдуть у стадію старіння, і прибутки від цих напрямків діяльності зменшаться. Тож для забезпечення підвищення ефективності глокальної стратегії ТНК Nestlé на українському ринку продуктів харчування необхідно створити власні нові бізнес-проекти або реалізувати стратегію горизонтальної інтеграції шляхом викупу перспективних бізнес-проектів, що вже виведені на локальний ринок і знаходяться на іншому етапі життєвого циклу — зростання, що принесе більшу вигоду та надасть компанії можливість розраховувати на стабільний грошовий потік в майбутньому.

Завдяки аналізу та визначенню позицій бізнес-проектів, зважаючи на специфіку розвитку вітчизняного ринку харчових продуктів, доцільно рекомендувати такі уточнені глокальні стратегії подальшого розвитку:

- для бізнес-проекту NESCAFÉ (кава) стратегію раціоналізації асортименту (*R*), що дасть можливість компанії Nestlé адаптувати продукцію до вимог та уподобань українських споживачів кави з огляду на нові тенденції на цьому ринку;

- для бізнес-проекту «Світоч» стратегію розвитку товару (*P* — Нові продукти/Старі ринки), яка передбачає освоєння сегмента преміум-шоколаду на базі національних і швейцарських традицій;

- для бізнес-проекту «Торчин» стратегію експорту (*F*) та стратегію впровадження нових ефективних технологій виробництва (*V*) соусів без консервантів;

- для бізнес-проекту «Мівіна» стратегію впровадження нових ефективних технологій виробництва (*V*) продуктів швидкого приготування без шкідливих для здоров'я добавок.

Перспективи подальшого дослідження полягають у адаптації глокальних стратегій за конкурентними позиціями портфелю брендів ТНК Nestlé до вимог споживачів локального вітчизняного ринку продуктів харчування.

Література

1. Тюха І.В. Стратегія розвитку у системі стратегій підприємства / І.В. Тюха, І.О. Денисюк // *Економіка харчової промисловості*. — 2013. — № 3(19). — С. 33—37.
2. Головінов М.І. Стратегія розвитку підприємства: сутність і ознаки / М.І. Головінов, О.І. Литвинов // *Науковий вісник* : Зб. науково-технічних праць. — Львів : Національний лісотехнічний університет України. — 2011. — Вип. 21.19. — С. 224—228.
3. Белоусова Л.І. Вплив стратегічного управління та обраної стратегії на конкурентоспроможність промислового підприємства / Л.І. Белоусова, Н.О. Марченко // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. — 2016. — № 3(227). — С. 8—11.
4. Смолін І.В. Детермінанти конкурентоспроможності підприємства та їх взаємозв'язок / І.В. Смолін // *Стратегія підприємства: зміна парадигми управління та інноваційні рішення для бізнесу*. — 3б. матер. Міжнар. наук.-практ. конф. — Київ : КНЕУ, 2013. — С. 122—124.
5. Сорока І.Б. Транснаціональні корпорації та їхня роль у процесі активізації міжнародної інтеграції / І.Б. Сорока // *Актуальні проблеми економіки*. — 2009. — № 9. — С. 35—41.
6. Куцик П.А. Источники и стратегемы развития и обеспечения конкурентного лидерства современных корпораций в глобальной экономике / П.А. Куцик, О.И. Ковтун, Г.И. Башнянин // *Научный журнал «Экономика Украины»*. — 2015. — № 7(636). — С. 72—86.
7. Шапурова О.О. Стратегічні аспекти транснаціональних корпорацій / О. О. Шапурова // *Інвестиції: практика та досвід*. — 2011. — № 23. — С. 32—35.
8. Щорічний звіт Nestlé за 2016 рік (Annual Review 2016) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.nestle.com/asset-library/documents/library/documents/annual_reports/2016-annual-review-en.pdf.
9. Український ринок кави — ситуація і тенденції [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.nielsen.com/ua/uk/insights/news/2017/ukrainian-coffee-market-situation-and-trends.html>.
10. Стратегія — план розвитку Nestlé для виконання місії «Якість продуктів, якість життя» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.nestle.ua/aboutus/strategy>.
11. Коваленко К.С. Оцінювання ефективності диверсифікації на основі моделі ADL/-LC / К.С. Коваленко // *Міжнародна економічна політика*. — 2012. — Спец. вип. : у 2 ч. — Ч. 2. — С. 170—176.

CONSIDERATION OF CONSUMER PRIORITIES AT EXPENDITURE OF DOMESTIC ENTERPRISES ON EXTERNAL FOOD MARKETS

L. Strashynska

National University of Food Technologies

V. Strashynsky

National Pedagogical Dragomanov University

Key words:

*Food market
Consumer priorities
Organic agriculture
Ecologically pure
products
Healthy food industry
“Clean” label
Functional product
Taste properties*

Article history:

Received 02.03.2018
Received in revised form
28.03.2018
Accepted 11.04.2018

Corresponding author:

L. Strashynska
E-mail:
vip1967@ukr.net

ABSTRACT

The article is devoted to the definition of the essence of the “value” of the product for the consumer, the study of domestic consumer trends at the food market. The consumption of the main types of food products by the population of Ukraine is analyzed according to rational consumption norms and the level of consumption in the EU countries. It is noted that the general economic crisis in Ukraine, the reduction of purchasing power of the population, increase of prices, growth of expenses in the structure of expenditures of households (utilities, transport, etc.) without parallel increase of incomes in the coming years will not improve the situation and will not lead to increase of consumer demand at the domestic market. Moreover, current realities indicate that domestic consumers in the near future will limit their own food costs, using discounts and promotions, as well as give preference to low-priced segment products.

It is determined that these tendencies force domestic enterprises to increasingly reorient their activities to foreign markets, trying to convince foreign consumers of their own competitive advantages. Over the past years, domestic producers have significantly strengthened their position at this market with regard to the export of their own products, which contributed to the preservation of added value within the country.

The article outlines the main consumer trends in the development of world food markets, identifies the main priorities in the functioning of domestic enterprises when entering the external markets, existing problems and justifies the ways of their solution. It is noted that the technologies of food and beverage production vary according to global and regional trends. The “Clean label”, taste, and useful properties of the product are just a few trends that stimulate innovative developments in the food industry over the past decade. In order to meet the demands of consumers, manufacturers must keep pace with the time, understanding each new trend and its significance in different regions. Taking these trends into account will allow Ukraine to realize export opportunities and become an active player at the world food market not as a supplier of raw materials, but products with high added value.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-10

УРАХУВАННЯ СПОЖИВЧИХ ПРІОРИТЕТІВ ПРИ ВИХОДІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗОВНІШНІ ПРОДОВОЛЬЧІ РИНКИ

Л.В. Страшинська

Національний університет харчових технологій

В.І. Страшинський

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Стаття присвячена визначенню сутності цінності продукту для споживача, дослідженню вітчизняних споживчих тенденцій на ринку харчових продуктів. Проаналізовано споживання населенням України основних видів продуктів харчування відповідно до раціональних норм споживання та до рівня споживання в країнах ЄС. З'ясовано, що загальна економічна криза в Україні, зниження купівельної спроможності населення, підвищення цін, зростання витрат у структурі витрат домогосподарств (комунальні послуги, транспорт тощо) без паралельного зростання доходів у найближчі роки не покращить ситуацію і не призведе до підвищення споживчого попиту на внутрішньому ринку. Більше того, сучасні реалії свідчать, що вітчизняні споживачі в найближчій перспективі будуть обмежувати власні витрати на харчування, користуючись знижками й промоакціями, а також віддавати перевагу товарам низького цінового сегменту.

Визначено, що зазначені тенденції змушують вітчизняні підприємства все більше переорієнтовувати свою діяльність на зовнішні ринки, намагаючись переконати зарубіжних споживачів у наявності власних конкурентних переваг. Протягом останніх років вітчизняні товаровиробники помітно зміцнили свої позиції на цьому ринку, що сприяло збереженню доданої вартості всередині країни.

У статті окреслено основні споживчі тенденції розвитку світових продовольчих ринків, визначено пріоритети у функціонуванні вітчизняних підприємств при виході на зовнішні ринки, існуючі проблеми та обґрунтовано шляхи їх вирішення. Зазначено, що технології виробництва харчових продуктів і напоїв змінюються залежно від глобальних і регіональних тенденцій. «Чиста» етикетка, смакові якості, корисні властивості продукту — це лише декілька тенденцій, які стимулюють інноваційні розробки в галузі виробництва харчових продуктів за останні десятиріччя. Для того, щоб задовольнити запити споживачів, виробники повинні йти в ногу з часом, розуміючи кожен нову тенденцію та її значення в різних регіонах. Врахування зазначених тенденцій дасть змогу Україні реалізувати експортні можливості та стати активним гравцем на світовому ринку продовольства не як постачальник сировинних ресурсів, а продукції з високою доданою вартістю.

Ключові слова: *ринку продовольства, споживчі пріоритети, екологічно чиста продукція, індустрія здорового харчування, «чиста» етикетка, функціональні продукти.*

Formulation of the problem. The food market has always played a leading role in the functioning of any state, and its level of development was determined by the position of the state on the world stage. The high social significance of this market requires the definition and thorough examination of the features of its functioning at the present stage of development, in view of the fundamental changes that take place in society. The problem of simply quantitatively increasing the capacity of this market is gradually losing weight, and the development of new technologies affects the shifting of emphasis from the massive non-direct production to taking into account consumer preferences.

Analysis of recent research and publications. In recent years, domestic and foreign scholars such as O. Goychuk, A. Gordeyev, V. Vlasov, V. Demyanenko, A. Zainchkovsky, E. Kovalev, V. Loginov, S. Mikhnevich, B. Paskhaver, D. Rilko, P. Sabluk, B. Chernyakov and many others have devoted their research to the problems of development of the domestic and world food markets. However, changes in consumer priorities at the relevant markets require a more thorough study of these trends, based on current problems.

Setting objectives. The purpose of the article is to identify the main consumer trends in the development of the world food market and to justify the need for them to be taken into account when implementing the export policy of domestic enterprises when entering the external markets.

Presentation of the main research material. Recently, the trends of population growth and increased purchasing power in developing countries will have a significant impact on the development of world food markets in the direction of increasing demand for food. Strengthening competition on the market and the efforts of commodity producers to attract loyalty of consumers to their own brands by expanding the range, producing non-traditional products, improving flavoring properties, etc. leads to the fact that every year consumers become more discerning and unpredictable in their intentions, changing the motives of purchasing.

In order to win the recognition of consumers by providing food products with additional benefits, manufacturers have to overcome the difficulties — to take into account often conflicting requirements of consumers and at the same time to solve production tasks in the conditions of fluctuations in prices for raw materials and energy.

In the current difficult economic situation, consumers, buying food, seek to find a more advantageous ratio of the value of the product and its value. In the concept of “value” of a product they invest in subjective representations, which depend on a large number of different factors. For some, this is a list of clear substances in the formulation, for others — the price is more important than the food properties of the product, and the third — in the first place put the taste. Understanding the benefits of consumers is a priority task for commodity producers.

Although value compared to spent money is not only a matter of price, but most consumers are closely following their costs. Economic factors such as the global crisis, frozen wages, job insecurity, rising unemployment and rising other costs, in particular for fuel, in aggregate lead to a more lenient approach to purchases.

In Ukraine, during the last years, as a result of declining purchasing power of the population and rising prices for raw materials and other resources, there was a

decrease in production. Despite the fact that manufacturers tried to reduce the cost of production of their products, consumers reduced their consumption, preferring to cheaper species, which was reflected in the general situation of consumption of the main types of food products (Table 1).

Table 1. Consumption of the main types of food products by the population of Ukraine (per capita per year, kg)

Types of products	Rational consumption ratios	Consumption in the EU (25 countries)	Actually in Ukraine			2016 in% to	
			2014	2015	2016	rational standards	consumption in the EU countries
Meat and meat products	83	95	54,1	50,9	51,4	61,9	54,1
Milk and dairy products	380	363	222,8	209,9	209,5	55,1	57,7
Eggs, pieces	290	222	310	280	267	92,1	120,3
Fish and fishery products	20	24	11,1	8,6	9,6	48,0	40,0
Bread and bakery products	101	91	108,5	103,2	101,0	100,0	111,0
Potatoes	124	81	141,0	137,5	139,8	112,7	172,6
Vegetables and melons food cultures	161	116	163,2	160,8	163,7	101,7	141,1
Fruits, berries and grapes	90	110	52,3	50,9	49,7	55,2	45,2
Sugar	38	41	36,3	35,7	33,3	87,6	81,2
Vegetable oil	13	19	13,1	12,3	11,7	90,0	61,6

* Agriculture of Ukraine 2016 Statistical collection. — Kyiv : Derzhkomstat of Ukraine, 2017. — P. 216.

According to the data of the table. 1 in 2016 there is a nearly two-fold decrease in consumption by the population of Ukraine in relation to rational norms and the level of consumption in EU countries of products such as meat and meat products; milk and dairy products; fish and fish products; fruits, berries and grapes. During this period, to reach rational consumption norms Ukrainians succeeded in such products as bread and cereal products; potato; vegetables and melons food crops. However, such achievements can hardly be considered positive, since these products relate to products of low energy value that help domestic consumers cover the lack of consumption of high-calorie products. Thus, while Ukrainians are only struggling to achieve rational consumption, the EU food market offers consumers new, improved products that are created on the border between foods and medicines with improved functional properties.

It should be noted that the general economic crisis in Ukraine, the reduction of the purchasing power of the population, the increase of prices, the growth of expenditures in the structure of expenditures of households (utilities, transport, etc.) without parallel growth of incomes in the coming years will not improve the situation and will not lead to higher consumer demand in the domestic market.

Moreover, current realities indicate that domestic consumers in the near future will limit their own food costs, using discounts and promotions, as well as give preference to low-priced segment products.

These tendencies force domestic enterprises to increasingly reorient their activities to foreign markets, trying to convince foreign consumers of their own competitive advantages. Note that the EU market is quite promising, which covers 500 million consumers, and is the most solvent market in the world. Over the past years, domestic producers have significantly strengthened their position in this market with regard to the export of their own products, which contributed to the preservation of value added within the country.

Ukraine has some achievements, substantially strengthening its position at the world market, becoming a number one exporter of vegetable oil, exporter number two of barley, exporter number two or three, depending on the year of corn.

Moreover, even for those goods for which Ukraine has traditionally been import-dependent, in recent years it has managed to reach its export position, in particular, the 8th position in the world in export of poultry meat. Thus, the partial loss of the Russian market was offset by new opportunities associated with the export of products to Europe. In addition, Ukraine managed to open the Kazakhstani market for Ukrainian milk and meat, to increase the export of Ukrainian sugar, the main consumers of which were Kyrgyzstan (49% of total exports), Romania (19%), Kazakhstan (6%).

Consequently, an increase in the export of domestic food products opens up broad prospects for commodity producers, but the effectiveness of such actions will depend on careful study of the market situation, the main trends and opportunities for its further development, as well as consumer priorities and preferences.

The general trend in recent years is the growth of demand for environmentally friendly products, despite the fact that the price for it is 2—2.5 times higher than that of conventional agricultural production. Vegetables and fruits are the most demanded at the world market for organic produce, the second place is dairy products, the third is grain, honey, confectionery and meat products.

The National Council for Organic Standards in the United States defines organic farming as an ecologically safe agricultural system that promotes the development and maintenance of biodiversity, biological cycles and biologically active soil. Products are grown and processed without the use of genetic engineering, synthetic or artificial fertilizers, pesticides, herbicides, antifungal drugs, growth regulators, antibiotics, preservatives, dyes, certain impurities, chemical coatings or radiation. The term “organic” reflects the fact that the main component used in the production are organic matter, living organisms or their products.

In economically developed countries, more than 31 million hectares of agricultural land is occupied with wildlife-tolerant agriculture, and each year this figure is increased by almost 5 million. The largest growth rate of organic farming is shown by China, where more than 3 million “organic” land has recently been certified. Australia keeps 1st rank in the organic countries with 12.1 million hectares, followed by China and Argentina, respectively, 3.5 and 2.8 million hectares. According to analysts, in the near future by 2020, in particular in Europe, about 30% of agricultural land is planned to be used for ecological agriculture.

Consumption of organic farming per capita is highest in Sweden, Germany, Denmark, Austria and the United States. It is precisely in these countries that at the state level there are programs for subsidizing agricultural producers oriented on the cultivation of these products and a campaign to promote the consumption of environmentally friendly food products has been developed.

Unfortunately, in Ukraine, there is almost no domestic market for organic products, due to the high level of prices for it and the low solvency of the bulk of the population. At the same time, at the international market of organic products in the ranking of 100 largest exporting countries, Ukraine ranks 16th in terms of areas for organic products. Organic farms operate in the Kyiv, Poltava, Vinnytsia, Lviv, Luhansk regions, which specialize mainly in the cultivation of vegetables and fruits.

Worthy of note is the positive experience of domestic enterprises in expanding the export of their own premium ecological products, which refutes the widespread belief that Ukrainian companies export to the EU products of the economy segment and the middle price category, since it is easier to compete for the buyers in these groups, having a key competitive advantage is the low cost of production caused by devaluation of the hryvnia. However, Ukrainian goods are already present at the EU market in the premium segment. For example, Galicia, a producer of direct spin juices, has started exporting its products to Poland in 2013, and in 2017 plans to increase its sales in this country by 22—23%. The company did not enter the market with cheap products, like most Ukrainian producers, but chose the premium segment. Sometimes in the niche of premium-product competition is much weaker and is limited to some importers, and not to local companies. In this segment, the “usual” competitive advantages of Ukrainian products also operate — after hryvnia devaluation, it has become much cheaper than European counterparts, and therefore more affordable for local consumers. In addition, the company GALS (Chernivtsi region) in 2013 entered the EU market with organic products — birch sap and nettle. GALS now exports about 30% of its products to Europe, and the company hopes that in a few years, the European and Ukrainian market relations will reach parity [4, p. 36].

In the field of organic products, Ukrainian producers have enormous potential, automatically gaining preference to European companies, but obtaining a certificate confirming the status of “organic products” is a quite problematic challenge and takes a long time (about 3 years) from companies, so the cardinal solution of this problem will be linked to establishing a reliable system of inspection and certification of organic products in the coming years, which will be recognized internationally.

The fastest-growing segment of the global food industry is today a functional food and drink. Growth in the health food industry exceeds the pace of development of the main food industry.

The global market for food and drink, aimed at improving health and overall well-being, including functional, continues to increase. According to Euromonitor, 2014 was the year of a revival in the market for products of the category “health and wellness”, which has steadily gained momentum over the coming years. This indicates that even during the period of economic instability the consumer is not forgetting about his health.

According to Euromonitor forecasts, developing countries will become the main driver of the growth of this segment in the near future, and in the period from 2014 to 2019, these regions will be able to generate 86% of new sales. The largest market for health and wellness products is the United States, and China, Japan, Brazil and the United Kingdom are among the top five leaders [7, p. 8].

According to the definition of Leatherhead Food Research, only those products and beverages that have specific functional properties that are beneficial for health and do not include other products, such as energy drinks, etc., are functional.

According to Leatherhead Food Research for 2010—2015, in terms of value, the market has increased by 27%. Despite this, market growth remained much lower than was observed in the early years of the millennium. The market suffered during the global economic crisis by switching consumers to cheaper products, and its growth slowed down, however, starting from 2014, it continues to grow steadily [7, p. 8].

The global market for functional products is currently undergoing a growing stage due to the product category, which complies with current nutrition trends — products with a balanced composition of nutrients that have low levels of salt, sugar and fat. In view of the significant investments made by leading players at the market, experts in this area predict the possibility of creating innovative breakthrough technologies in the near future.

In the world there is a steady increase in the number of people with excess body weight. Among the “leaders” overweight are China, India, and the USA. An important role in the development of the market for reducing calorie consumption and weight management is played by the use of natural sweeteners in the food industry, in particular stevia. At the world market, the use of stevia in the production of products and drinks has increased significantly in recent years. According to the Zenith international research company, the global stevia market will reach 6500 tons by 2018, equivalent to \$ 500 million. Among the most popular stevia products, the leading brands continue to lead to beverages. However, there are new products with this natural sweetener — ready-made breakfast cereals, snacks, ice cream, confectionery, as well as jams and jellies [7, p. 9].

When creating confectionery and bakery products with fruit flavors, concentrate of fruit juices and mashed potatoes are increasingly used. Slices of fruits and berries are gradually replaced with the recipes of crushed dried fruits and candied fruits, which are characterized by high sugar content and, accordingly, high calorie content.

In recent years, consumers increasingly prefer products that contain a significant amount of complex low-glycemic index carbohydrates that are slowly digested and can be a source of energy over a long period of time. This trend has a positive effect on the sale of cereal-based products. In particular, in the world, sales of oat products, from so-called “old” grasses of sprouted grain, are growing.

Another promising direction of market development is the expansion of the production of products that do not contain certain ingredients in its composition. At present, the demand for such products, on the packaging of which are placed with the preposition “without”, in particular “without gluten”, “without lactose”, etc., is increasing. During 2014—2016, the category of such products was a significant

success at the market. According to experts in this segment in recent years, increased activity of powerful brands is expected, and products will go beyond those that simply “do not contain” and will start to compete within their categories. Expected amount of gluten-free products market by Packaged Facts by 2018 will reach \$ 7 billion. The US market is the world's largest non-gluten-free product. Today, nearly 30% of Americans, according to the NPD Group, are trying not to consume gluten-free products [7, p. 9].

Given these trends, the number of consumers who favor a “clean label” is growing in the world. Buyers are increasingly wary of artificial ingredients, such as supplements and preservatives. They are actively trying to avoid consuming foods that contain E-number supplements, preferring clear ingredients. Studies have shown that more than 70% of consumers in France, Germany, Italy, Spain, the United Kingdom and the United States always or in most cases read the information on the package, which indicates the importance of having a list of familiar substances [1, p. 9].

In general, the trend of naturalness, “clean” labels, healthy eating — one of the main and most promising at the food market. In recent years, food industry experts predict a gradual strengthening and modification of this trend. Manufacturers not only modify the formulation of the product, avoiding E-indexes — they make the label more understandable to the consumer. This can be achieved by deciphering the indexes E (citric acid instead of E-330, pectin instead of E-440, etc.), as well as a more thorough selection of food ingredients. In particular, manufacturers all over the world increasingly prefer dyes from natural sources and plant extracts. Dyes such as curcumin, spinach, paprika, elk juices, beets, black currants, carrots and others in the final product are perceived by consumers positively. But there are ingredients that are perceived by them with certain concerns, such as microcrystalline cellulose, because it is associated with a greater extent with non-food industries. However, this ingredient is made of vegetable raw materials and is actively used in Europe, the USA, Asian countries for the production of a wide range of food products: thermostable fillings, desserts, milk drinks, etc. In addition, microcrystalline cellulose provides the final product with the necessary structure, while reducing the fat content. A similar situation is with carrageenans. If the origin of such gel-forming agents as pectin, agar or gelatin is sufficiently familiar to the consumer, then the carrageenan is a relatively new and unfamiliar product. However, this gel of natural origin, obtained during the processing of red seaweed by the extraction method, is actively used by manufacturers of confectionery and dairy products all over the world. In this case, the problem can be solved by popularizing the ingredient.

At a high level, there is still a demand for low fat products, although recent research has shown that not every fat is harmful to the human body, the change in consumer behavior is relatively slow. Scientists refute the negative effects of dairy fats and reveal more and more positive effects from the consumption of dairy products, whose sales at the dairy market will grow.

In the countries of Western Europe, the use of starch in new recipes is reduced, while the use of vitamins in the production of new products and drinks is

increasing. According to the research company InnovaMarket Insights, since 2013, worldwide use of vitamins in the formulation of new products has increased by 12%. In recent years, the greatest increase in the inclusion of vitamins in new recipes has been observed when creating baking products (+ 17%). Vitamins C are used most often in foods and beverages. During the past years, among all the vitamins, the following increases were observed in the following vitamins: B7 (+ 108%), K (+ 52%), choline (+ 54%) [3, p. 12].

Across the globe, the demand for protein-rich foods is steadily increasing. Moreover, if earlier similar products were to a greater extent “niche” and were focused primarily on athletes, now the boundaries between specialized products and traditional confectionery products are blurred. Cookies and snacks with high protein content, fitness sweets are increasingly appearing on store shelves, as consumers want to be healthier and more active, but not yet ready to radically change their eating habits. In his diet should be a place for sweets for tea, desserts, and the like. And the manufacturer's task in this case is to offer innovative confectionery products that meet the demand, which are not inferior to the taste of traditional sweets, but much more useful.

The segment of functional products that contain specialized ingredients that add to the product is beneficial for health, continues to grow. The following areas of the segment, such as digestive health, immune support, heart health, body weight control, brain health, cognitive enhancement, bone and joint health, skin and eyes, are predominantly developing. The fastest growing segments at this market are products with probiotic and prebiotic properties.

Probiotic products are the largest segment of the dairy market. Demand for probiotic dairy products in the near future will reach 32.2 billion dollars (24.1 billion euros) in 2018. In addition to dairy products at the market more and more products with probiotics in other categories, in particular, successfully sells ice cream, cheese, butter, candy and bakery products enriched with probiotics. Europe and the Asia-Pacific region are the dominant regions at the market for probiotic products. North American consumers also appreciated these products and this market will grow in the US at a fast pace [7, p. 9].

The world market of prebiotics (non-digestible food ingredients that promote the growth of beneficial microorganisms in the intestine) is also growing very actively. Most companies — leading market players enjoy such a positive dynamic, working successfully, earning significant profits. Experts from Global industry Analysts predict that global sales of prebiotic products will increase to \$ 5 billion by 2018 [7, P. 9].

An obvious trend is the growing demand and consumer interest in various kinds of frozen products: desserts and confectionery (frozen fruits and mashed potatoes in chocolate glaze, pastries, etc.). An interest in this area can also be a segment such as frozen pastries and semi-finished products.

Over the past years, market analysts have noted the growth in demand for snacks, the transition from a long process of cooking and eating to a simplified scheme of snacks. This is manifested in the growing demand for products in individual packaging, in the expansion of the range of snacks, the erosion of borders between

traditional confectionery and snacks, the emergence of “useful” snacks. Baking in individual packaging, fruit snacks, muesli bars are in great demand among consumers. The reason is, among other things, the ability to combine several trends in one product at a time: a tasty and healthy product that can be eaten easily and quickly on the go. At the snack market, the growing interest in fruits and vegetables as such and as an element of healthy eating is most clearly observed.

In the end, note that if in recent years the simplest way to expand the range and attract the attention of the consumer was to ensure the diversity of the taste gauge, now it matters not only the taste, but also the structure of the product. Increasingly, on the label of the product (sometimes even as part of the name itself), such characteristics as soft, juicy, crispy, delicate, fresh, chewy, porous, and the like.

For consumers, not only the taste impressions, but also the feeling of chilling, are becoming more important. Chewing candies, jelly desserts, mousse puddings are increasingly in demand among consumers, and due to the use of certain gel-forming agents — pectins, carrageenans, gelatin, new unusual shapes of products — jelly balls, marshmallow desserts, pastes and fillings, jelly drinks (liquid marmalade), etc.

Conclusions

The technologies of food and beverage production vary according to global and regional trends. The “clean label”, taste, and useful properties of the product are just a few trends that stimulate innovative developments in the food industry over the past decade. In order to meet the demands of consumers, manufacturers must keep pace with the time, understanding each new trend and its significance in different regions. In particular, «clean label» is paying more attention in the UK, Germany and France than in other European countries, the Middle East or Africa. On the other hand, low cost plays a more important role in Eastern Europe and other developing countries. At the same time, sacrificing quality is not a solution to the question. Manufacturers should make significant efforts to make their products more visible on the counter, but they are also highly dependent on the global economic situation and must be confronted with factors such as high prices for raw materials, land and fuel. To retain customers, they must find new ways to minimize these growing costs, and in such a way that they do not increase the price of the final product while maintaining its quality.

The output of domestic enterprises in the external food markets is a rather complicated process, but interesting and promising as it opens up significant opportunities for the implementation of its products to consumers with high purchasing power. However, the inhabitants of many countries are quite conservative and often prefer familiar and already long-term experienced trademarks. In the event that the company still enters this market, taking into account the global trends of its development and consumer priorities, it will have a stable income and will ensure its continued functioning in the future.

References

1. Luke B. The True Value of Values // Products & Ingredients. — 2015. — # 6(125). — P. 8—9. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>.

2. *Mayovets Y.* Marketing: Theory and Methodology: Teach. manual / E. Mayovets. — Lviv : LNU named after Ivan Franko, 2015 — 450 p.
3. Market Ingredients News // Products & Ingredients. — 2015 — # 7(126). — P. 12. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>.
4. *Selyuk L.* Market of juices in Ukraine. Company Experience // Products & Ingredients. — 2015. — # 3(122). — P. 35—36. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>.
5. *Selyuk L.* Modern trends of the world confectionery market // Products & ingredients. — 2015 — # 7(126). — P. 20—21. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>.
6. Agriculture of Ukraine 2016 Statistical collection. — Kyiv: Derzhkomstat of Ukraine, 2017. — P. 216.
7. Functional Products: Trends and Prospects // Products & Ingredients. — 2015. — # 3(122). — P. 8—9. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>
8. *Khmarska N.* Diversification of exports and increase of its product range // Products & ingredients. — 2015 — # 6(127). — P. 5. — Access mode: <http://www.meatbusiness.ua>.

УДК 631.155

DAIRY INDUSTRY IN UKRAINE: EVALUATION OF BUSINESS EFFICIENCY

G. Penchuk

National University of Food Technologies

Key words:

*Dairy industry of Ukraine
Performance
Effectiveness
Efficiency
Synergistic effect*

Article history:

Received 06.03.2018
Received in revised form
30.03.2018
Accepted 12.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The paper considers the problem of maintaining priority development of milk processing plants, emphasizing great importance of the formation of evaluation system. The overview of scientific approaches to the definition of the operation of enterprises is done. The establishment of the relationship between the concepts of “efficiency” and “effectiveness” is established, their common and distinctive features are highlighted, and it is proposed to consider the effectiveness of the functioning of enterprises as the achievement of the final result of its financial and economic activity, which is somewhat different, in contrast to the classical concept of “function management” or “functioning of the economic system”. The importance of the distinction between the effectiveness and efficiency is substantiated. The financial-economic diagnostics and dynamics of performance indexes of functioning of dairy industry enterprises with the use of multiplicative modeling and calculations by the integral factor analysis method have been carried out. The priority directions of solving the problems of evaluating the performance indicators of the operation of enterprises in general is the construction of a methodology that substantiates the strategy of the enterprise in the current perspective in the context of business processes from the standpoint of efficiency and effectiveness of its activities. The practical implementation of the methodology should be implemented as a system of economic methods of measurement, analysis, planning within the organizational forms and processes of their functioning. The evaluation of performance on key indicators is developed regarding the main activities of milk processing enterprises in Ukraine, requirements and standards. The areas of company’s management are identified to operate successfully under the market conditions.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-11

ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Г.С. Пенчук

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто проблему забезпечення пріоритетного розвитку молокопереробних підприємств, серед яких велике значення надається фор-

муванню системи оцінки результативності. Узагальнено наукові підходи до визначення поняття результативності функціонування підприємств. Встановлено взаємозв'язок між поняттями «ефективність» і «результативність», виділено їхні спільні та відмінні риси, а також запропоновано розглядати результативність функціонування підприємств, як досягнення кінцевого результату його фінансово-господарської діяльності, що децю інше на відміну від класичного поняття «функції господарювання» або «функціонування господарської системи». Обґрунтовано важливість розмежування понять ефективності від результативності. Проведена фінансово-економічна діагностика та динаміка показників результативності функціонування підприємств молокопереробної промисловості із застосуванням мультиплікативного моделювання та здійснення розрахунків інтегральним методом факторного аналізу.

Пріоритетними напрямками вирішення проблем оцінки показників результативності функціонування підприємств в цілому є побудова методології, що обґрунтовує стратегію підприємства в поточній перспективі в розрізі бізнес-процесів з позицій ефективності і результативності його діяльності. Практична реалізація методології має бути здійснена як система економічних методів виміру, аналізу, планування в рамках організаційних форм і процесів їх функціонування.

Проведено оцінку результативності за ключовими показниками, розробленими з урахуванням основних видів діяльності молокопереробних підприємств України, вимог і стандартів. Визначено ділянки, управління якими дасть змогу підприємству успішно функціонувати в умовах ринку.

Ключові слова: молочна промисловість України, продуктивність, ефективність, результативність, синергійний ефект.

Постановка проблеми. Перехід економіки України на ринкові відносини призвів до значних змін у діяльності підприємств в цілому. Значні темпи розвитку економіки, динаміка зовнішнього та внутрішнього середовища вимагає від підприємства трансформації на обох цих рівнях. Криза української економіки, що торкнулася всіх галузей народного господарства, не оминула і молочну промисловість. Молочна галузь займає важливе місце в економіці будь-якої держави та забезпеченні населення продуктами харчування першої необхідності. Молоко та молочні продукти містять практично всі речовини, необхідні організму. Вони мають важливе значення як для забезпечення здоров'я населення та збалансування харчового раціону, так і для продовольчого ринку. З огляду на це молоко та молочні продукти є одними з основних продуктів споживання в раціоні населення України та продуктом соціального значення [1].

Отже, функціонування молокопереробних підприємств у сучасних умовах економічного розвитку потребує більш глибокого реформування, підвищення його ефективності та результативності.

Необхідно звернути увагу на те, що в економічній літературі вивчення показника ефективності широко розглянуто як на теоретичному, так і на

практичному рівні. Але в сучасних умовах, на нашу думку, доцільніше розглянути інший, не менш важливий показник успішного функціонування підприємства — його результативність. Цей показник дає змогу досягти високого динамізму економічного зростання. Оцінювання результативності роботи підприємства є одним з основних елементів системи управління та обґрунтування господарських рішень. Досвід функціонування найбільш успішних підприємств у ринкових відносинах показав, що для успішної роботи будь-якого підприємства важливою є постановка правильних цілей та їх виконання з найменшими затратами ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні й практичні дослідження оцінки результативності діяльності підприємства висвітлені в працях вітчизняних і зарубіжних вчених: В. Паретто, Е. Барона, П. Друкера, Ф. Хайєка, М. Алле, К. Куросави, А. Лоурола, Д. Скотт Сінка, Д. Нортон, Т. Пітерса, Р. Уотермана, Ю. Шрейдера, Т. Хачатурова, С. Ейлона, Б. Голда, Ю. Сьозана, С. Покропівного, В. Гейця, І. Прокопенка, А. Матлина, А. Барсова, В. Московича, В. Батрасова, А. Сильченкова, В. Прядка, В. Хрипача, А. Борисова, Р. Петухова, О.І. Олексюка, А.Н. Тищенко та інших.

Деякі теоретичні та науково-практичні проблеми, пов'язані з результативністю функціонування підприємств і заходів щодо її підвищення, не отримали до теперішнього часу належної наукової розробки й узагальнення. Враховуючи сказане, виникає необхідність у подальшому поглибленні теоретичних і методичних положень розробки оцінки та алгоритму підвищення результативності функціонування підприємств, що забезпечить можливість оцінити зміни в діяльності підприємств, визначити міру реалізації запланованих завдань і досягнення результатів, вибрати найбільш раціональний спосіб вдосконалення їх діяльності.

Метою статті є дослідження та проведення оцінки діяльності підприємств молочної галузі України.

Виклад основних результатів дослідження. Сьогодні в Україні рівень наукових досліджень поняття «результативності», на жаль, відстає від зарубіжних розробок, оскільки цей термін дуже часто ототожнюють з поняттям ефективності. На нашу думку, це важлива й актуальна проблема сьогодення. Слід відзначити, що, незважаючи на підвищену увагу до проблеми визначення й оцінки результативності та ефективності на всіх рівнях народного господарства, в економічній літературі немає чіткого трактування сутності цих понять. Змішуються поняття результату й результативності, ефективності й ефекту а також результативності й ефективності. Починаючи з 80—90-х років ХХ ст. ситуація змінюється кардинальним чином, і в спеціалізованих наукових публікаціях дослідники віддають перевагу використанню терміну «результативність» [2].

На нашу думку, результативність діяльності підприємства — це економічна категорія, яка включає в себе сукупність взаємопов'язаних показників, що характеризують підприємство з позиції правильності поставлених завдань і раціонального використання ресурсів. Під правильністю поставлених завдань слід розуміти результати, які задовольняють потреби власників, їх підлеглих і споживачів. Отже, в нашому розумінні ефективність є складовою части-

ною результативності. Ефективність — це поняття, яке передбачає порівняння отриманих результатів діяльності з величиною витрачених ресурсів, виступає співвідношенням між ресурсами та результатами економічної діяльності і має технічний характер. Підприємство може бути ефективним, але не результативним. Таке твердження підкреслює важливість розмежування цих понять.

З метою акцентування уваги саме на проблематиці оцінки ефективності та результативності нами проведений агрегований аналіз на основі фінансової звітності п'яти підприємств молокопереробної промисловості.

Представлені нижче розрахунки базуються на методиці Р.М. Петухова, яка передбачає оцінку ефективності промислового виробництва, а саме: технологію індексних розрахунків. Особливої уваги заслуговує трактування двох основних аналітичних індикаторів — показника ефективності виробництва та співвідношення рівня ефективності та динаміки витрат (так званий *d*-коефіцієнт). Тож у табл. 1 представлені розрахунки за чистим доходом від реалізації продукції.

Таблиця 1. Індекси ефективності розвитку підприємств молокопереробної промисловості, 2012—2016 рр.

Підприємства	2013/2012	2014/2013	2016/2015	Середнє	Вид індексу
ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод»	0,87	1,29	1,18	1,12	реалізація
	0,95	1,22	1,08	1,08	собівартість
	0,92	1,06	1,09	1,04	ефективність
	0,97	0,87	1	0,96	<i>d</i> коеф
ПАТ «Ковельмолоко»	0,76	0,74	0,67	0,72	реалізація
	0,69	0,65	0,78	0,71	собівартість
	1,1	1,12	0,86	1,02	ефективність
	1,6	1,7	1,1	1,44	<i>d</i> коеф
ПАТ «Христинівський молокозавод»	1,09	0,65	2,86	1,53	реалізація
	1,07	0,6	2,9	1,52	собівартість
	1,02	1,08	0,98	1	ефективність
	0,95	1,8	0,34	0,66	<i>d</i> коеф
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»	0,79	2,11	1,27	1,39	реалізація
	0,74	2,16	1,36	1,42	собівартість
	1,07	0,98	0,93	0,98	ефективність
	1,45	0,45	0,68	0,69	<i>d</i> коеф
ТДВ «Бровари-молоко»	1,07	1,1	1,05	1,07	реалізація
	1,09	1,16	1,08	1,11	собівартість
	0,98	0,95	0,97	0,96	ефективність
	0,9	0,82	0,9	0,86	<i>d</i> коеф

З наведених у табл. 1 даних можна зробити висновок, що підприємство ПАТ «Нововодолазький молокозавод» і ТДВ «Бровари-молоко» розвиваються за екстенсивним (регресивним) сценарієм. У вказаних підприємств індекс коефіцієнта ефективності та *d*-коефіцієнта менший за одиницю, що свідчить про «проїдання» потенціалу та неефективне використання економічних ресурсів. У таких підприємствах, як ПАТ «Христинівський молокозавод» і

ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод» розвиток також характеризується регресивністю, оскільки d -коефіцієнт менший за 1, але ресурси використовуються ефективно. Цим підприємствам рекомендовано змінити політику витрат. Що стосується ПАТ «Ковельмолоко», це підприємство розвивається за регресивною моделлю, оскільки індекс ефективності та d -коефіцієнт більший за 1. Слід також відзначити, що фактично всі підприємства нашої вибірки мають значення d -коефіцієнта менше за одиницю. Така ситуація свідчить про певну нераціональність сформованих моделей розвитку з позицій донесення вартості молочної продукції до її кінцевих споживачів

Методика оцінки результативності. Забезпечення пріоритетного розвитку молокопереробних підприємств вимагає вирішення комплексу проблем, серед яких велике значення надається вдосконаленню фінансово-економічних механізмів, покликаних забезпечити прозорість фінансування, зростання економічної самостійності, інвестиційної привабливості і відповідальності підприємств за результати діяльності.

Для діагностики результативності має бути розроблена методика оцінки на основі критеріїв, щоб відмітити зміни, що сталися, в діяльності підприємства, визначити міру реалізації запланованих завдань і досягнення запланованих результатів, вибрати найбільш раціональний спосіб вдосконалення діяльності. Оцінка результативності повинна здійснюватися за ключовими показниками.

Складність проблеми аналізу оцінки результативності пов'язана з їх багатоаспектністю, тому необхідно визначити ділянки, управління якими дасть змогу підприємству успішно функціонувати в умовах ринку.

Відстоюючи точку зору щодо включення показника ефективності до теорії результативності, нами була використана одна з найпоширеніших методик оцінки управління результативності — технологія аналізу Д. Скотт-Сінка [3]. Слід зазначити, що авторські розрахунки дещо змінені відповідно до цілей аналізу та інформаційних можливостей (рис.).

Управління результативністю ми розглядаємо як процес вибору, аналізу та вимірювання системи взаємопов'язаних показників для досягнення результативного функціонування підприємства.

Діагностика результативності. Логічним кроком нашого дослідження є розрахунок представлених показників за кожним підприємством вибірки.

Отже, першим кроком розрахунку результативності є визначення показника дієвості діяльності підприємств вибірки за 2013—2016 роки.

Слід відзначити, що запланований приріст обсягів реалізації продукції визначається на середньогалузевому рівні, тобто окреме підприємство повинне збільшити обсяг реалізації за визначений період хоча б пропорційно зростанню місткості молочного ринку (табл. 2). Такі міркування побудовані на логіці збереження ринкової позиції, тобто у протилежному випадку слід очікувати зменшення ринкової частки підприємства:

$$\begin{aligned} \text{Місткість ринку} = & \text{Чистий дохід від реалізації продукції} + \\ & + \text{Імпорт-Експорт.} \end{aligned} \quad (1)$$

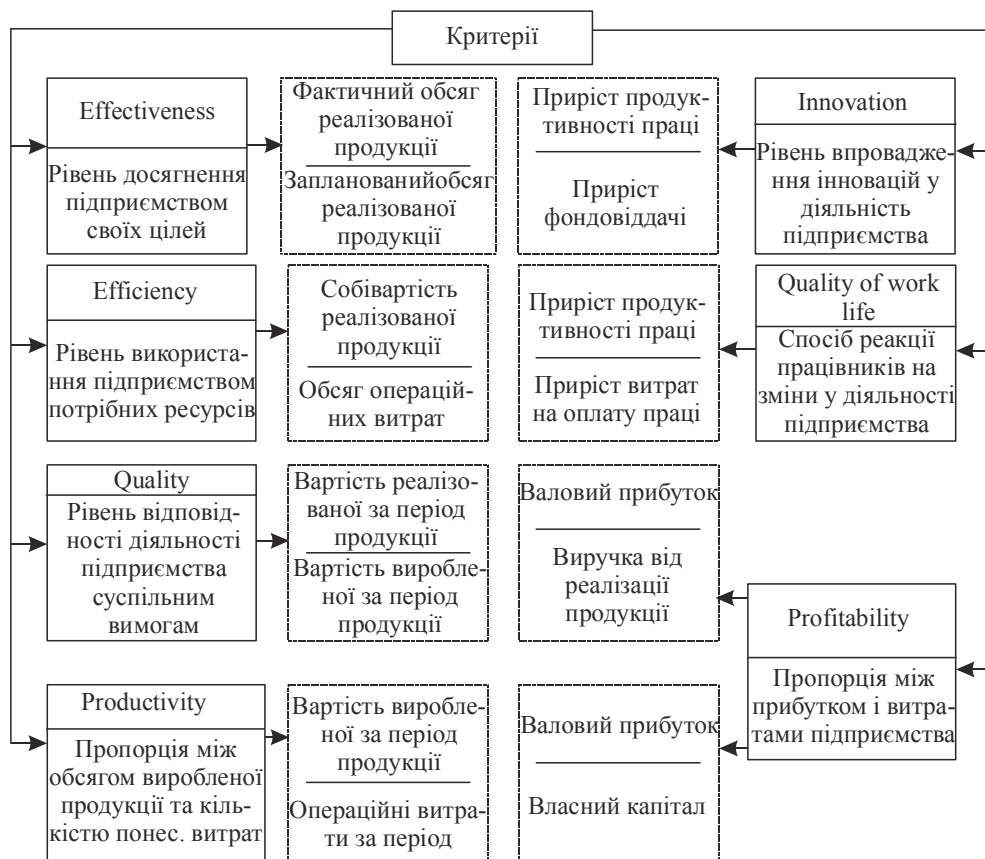


Рис. Логіка синтезу показника результативності на основі моделі Д. Скотт-Сінка

Таблиця 2. Розрахунок місткості ринку молока та молочних продуктів України у 2013—2016 рр.

Показники	2013	2014	2015	2016
Чистий дохід від реалізації продукції молокопереробних підприємств, млн грн	16 500,2	16 753,8	20 420,3	23 740,5
Імпорт, млн грн	889,7	896,74	904,68	1 097,88
Експорт, млн грн	5 778,4	3 388,6	4 652,4	5 195,04
Місткість ринку молочних продуктів України, млн грн	11 611,5	14 261,94	16 672,58	19 643,34

З даних, наведених в табл. 2, визначаємо показник дієвості, який характеризує рівень виконання підприємством поставлених цілей:

$$\text{Дієвість} = \frac{\text{Індекс зростання чистого доходу від реалізації продукції}}{\text{Індекс місткості ринку}} \quad (2)$$

Покращення ринкових позицій і перевищення індексу дієвості одиниці протягом 2013—2016 рр. спостерігається у таких підприємствах, як ПАТ

«Кременчуцький міськмолкозавод», ПАТ «Нововодолазький молкозавод» та у 2015 рр. ПАТ «Христинівський молкозавод». Щодо діяльності інших підприємств, то йдеться про їх певне відставання від динаміки зростання ринку молока та молочних продуктів.

Таблиця 3. Розрахунок показника дієвості за 2013—2016 рр.

Підприємства	Індекси зростання обсягів реалізованої продукції (за чистим доходом від реалізації)			Індекс дієвості		
	2012/2011	2014/2013	2016/2015	2013/2012	2014/2013	2016/2015
ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод»	0,87	1,29	1,18	0,7	1,1	1,0
ПАТ «Ковельмолоко»	0,76	0,74	0,67	0,62	0,63	0,57
ПАТ «Христинівський молкозавод»	1,07	0,6	2,9	0,87	0,51	2,46
ПАТ «Нововодолазький молкозавод»	0,79	2,11	1,27	0,64	1,8	1,08
ТДВ «Бровари-молоко»	1,07	1,1	1,05	0,9	0,94	0,89
Місткість ринку молока та молкопродуктів	1,23	1,17	1,18	—	—	—

Наступним кроком нашого дослідження є визначення показника економічності діяльності підприємств за 2013—2016 роки.

У розрахунках використовуються два основних витратних показники господарської діяльності, які виділяються у фінансово-статистичній звітності підприємств: собівартість реалізованої продукції та операційні витрати. Вибір першого показника продиктований його інформаційною доступністю і зв'язком з ринком. Собівартість проданої продукції відображає ресурси, продані підприємством споживачам їх продукції, тобто відображає обсяг використання затребуваних ринком ресурсів. Сума ж операційних витрат за своєю суттю характеризує обсяги витрат підприємств за певний період. Тобто скільки підприємство споживало економічних ресурсів за різні періоди свого розвитку. Вважаємо, що зіставлення цих двох економічних показників має певний сенс з позицій оцінки результативності.

Якщо собівартість реалізованої продукції менша, ніж валові витрати за той же період, слід вважати, що підприємство споживає більше ресурсів, ніж продає (чи списує) на ринку. Значення показника економічності при цьому менше одиниці. У випадку, коли значення економічності більше за одиницю, слід говорити про перевищення вартості проданих на ринку економічних ресурсів над обсягами спожитих ресурсів за той же період (така ситуація можлива при врахуванні складських запасів, витрат майбутніх періодів тощо):

$$\text{Економічність} = \frac{\text{Собівартість реалізованої продукції}}{\text{Операційні витрати за період}} \quad (3)$$

У всіх підприємств значення показника економічності менше за одиницю, що свідчить про споживання частини економічних ресурсів без їх подальшого збуту споживачам у структурі собівартості продукції. Але слід відмітити, що розрив

ЕКОНОМІКА І СОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК

між проданими і спожитими ресурсами невеликий, більшість показників економічності наближені до одиниці. Найкраща ситуація у таких підприємств, як ТДВ «Бровари-молоко» та ПАТ «Кременчутський міськмолкозавод».

Таблиця 4. Розрахунок показника економічності за 2013—2016 рр.

Рік	Собівартість реалізованої продукції, тис. грн	Операційні витрати за період, тис. грн	Економічність
ПАТ «Кременчутський міськмолкозавод»			
2013	217 353	215 006	1,01
2014	205 924	214 461	0,96
2015	250 443	267 322	0,93
2016	270 600	302 446	0,89
ПАТ «Ковельмолоко»			
2013	273 677	293 450	0,93
2014	187 735	202 054	0,93
2015	122 596	168 501	0,73
2016	95 397	155 397	0,61
ПАТ «Христинівський молкозавод»			
2013	71 060	99 268	0,72
2014	76 244	87 952	0,87
2015	45 582	69 658	0,65
2016	131 375	144 658	0,91
ПАТ «Нововодолазький молкозавод»			
2013	9 535	10 326	0,92
2014	7 033	8 114	0,87
2015	15 164	15 879	0,95
2016	20 584	23 507	0,88
ТДВ «Бровари-молоко»			
2013	6 036	6 734	0,9
2014	6 580	7 203	0,91
2015	7 614	8 318	0,92
2016	8 239	8 708	0,95

Далі розраховуємо рівень якості планування продукції відібраних нами п'яти підприємств. Ми охарактеризуємо здатність задовольняти потреби замовника за рахунок здійснення основної діяльності згідно встановлених вимог:

$$\text{Якість планування} = \frac{\text{Вартість реалізованої за період продукції}}{\text{Вартість виробленої за період продукції}} \quad (4)$$

Таблиця 5. Розрахунок показника якості за 2013—2016 рр.

Рік	Вартість реалізованої за період продукції, тис. грн	Вартість виробленої за період продукції, тис. грн	Якість планування
1	2	3	4
ПАТ «Кременчутський міськмолкозавод»			
2013	84 145	84 007	1
2014	97 269	85 053,5	1,14
2015	153 533,9	109 042	1,4

1	2	3	4
2016	321 361,49	255 184,95	1,26
ПАТ «Ковельмолоко»			
2013	220 346	227 103	0,97
2014	216 874	204 230	1,06
2015	128 704	135 643	0,9
2016	67 918	66 164	1,02
ПАТ «Христинівський молокозавод»			
2013	93 200,4	93 158,2	1
2014	97 993,9	82 213,4	1,19
2015	57 899,24	53 370,6	1,08
2016	119 785,32	119 763,6	1
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»			
2013	7 450	7 327	1,02
2014	7 015	7 015	1
2015	12 675,5	12 727,3	0,9
2016	16 202,1	16 121,26	1,01
ТДВ «Бровари-молоко»			
2013	6 890	6 100	1,13
2014	6 010	5 095	1,18
2015	7 808	7 003,5	1,1
2016	9 810	8 364	1,2

Отже, обсяг реалізованої продукції визначається продажною вартістю відвантаженої продукції, зазначеною в оформлених для сплати розрахункових документах, не залежить від фактичного надходження грошової виручки. Реалізація продукції — це ланка зв'язку між виробником і споживачем.

Слід підкреслити, що всі без винятку підприємства вибірки показали позитивний показник якості (більше 1). Це свідчить про те, що вони продають свою продукцію дорожче за витрати, понесені на виробництво, їхня продукція користується попитом. Отже, всі підприємства випускають якісну та конкурентоспроможну продукцію.

Наступним етапом аналізу стало визначення продуктивності праці — показника, який відображає результативність та ефективність праці людини [4]. Показник продуктивності праці розраховуватимемо згідно з моделлю Д. Скотт-Сінка, який під продуктивністю розуміє кількість виробленої продукції на одиницю використаних економічних ресурсів:

$$\text{Продуктивність} = \frac{\text{Вартість виробленої за період продукції}}{\text{Операційні витрати за період}} \quad (5)$$

Таблиця 6. Розрахунок показника продуктивності за 2013—2016 рр.

Рік	Вартість виробленої за період продукції, тис. грн	Операційні витрати за період, тис. грн	Продуктивність
1	2	3	4
ПАТ «Кременчуцький міськмолокозавод»			
2013	190 367	215 006	0,88

1	2	3	4
2014	159 844,95	214 461	0,74
2015	197 182,64	267 322	0,73
2016	280 423,02	302 446	0,92
ПАТ «Ковельмолоко»			
2013	227 103	293 450	0,77
2014	204 230	202 054	1,01
2015	135 643	168 501	0,8
2016	66 164	155 397	0,43
ПАТ «Христинівський молокозавод»			
2013	93 158,2	99 268	0,94
2014	82 213,4	87 952	0,93
2015	53 370,6	69 658	0,8
2016	119 763,6	144 658	0,83
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»			
2013	7 327	10 326	0,71
2014	7 015	8 114	0,86
2015	12 727,3	15 879	0,8
2016	16 121,26	23 507	0,7
ТДВ «Бровари-молоко»			
2013	6 100	6 734	0,9
2014	5 095	7 203	0,7
2015	7 003,5	8 318	0,84
2016	8 364	8 708	0,96

Розрахована продуктивність за операційними витратами підтверджує, що всі підприємства вибірки нерационально використовують ресурси.

Наступним кроком визначення результативності п'яти підприємств молокопереробної промисловості є розрахунок показника інноваційної діяльності. В сучасних умовах розвитку економіки важливим чинником забезпечення ефективного довгострокового функціонування підприємств є успішне здійснення інноваційної діяльності. Система управління інноваційною діяльністю підприємства має багатогранний характер, втілюючи у собі єдність технологічних, організаційних і соціальних інструментів, що суттєво ускладнює економічні розрахунки [5].

У табл. 7 визначався показник інноваційної діяльності підприємства на основі зіставлення змін двох показників — продуктивності праці (за чисельністю персоналу) та фондівддачі. Перший з них відображає рівень ефективності використання людини як носія й активного чинника соціально-економічної системи підприємства. На рівень продуктивності праці за той чи інший період справляють вплив декілька основних груп факторів — матеріально-технічні, організаційні та соціально-психологічні. Стосовно показника фондівддачі слід відзначити, що він відображає рівень прогресивності технології виробництва. У випадку, коли рівень продуктивності праці зростає більш швидшими темпами, ніж фондівддача в окремого підприємства за той же період, йдеться про використання саме організаційних і соціально-психологічних факторів її зростання (технічні чинники відстають).

$$\text{Інноваційність} = \frac{\text{Індекс продуктивності праці}}{\text{Індекс фондівіддачі}} \quad (6)$$

$$\text{Продуктивність праці} = \frac{\text{Чистий дохід від реалізації продукції}}{\text{Середньооблікова чисельність персоналу}} \quad (7)$$

$$\text{Фондовіддача} = \frac{\text{Вартість виробленої продукції}}{\text{Середньорічна вартість основних засобів}} \quad (8)$$

Таблиця 7. Розрахунок показника інноваційності за 2013—2016 рр.

Рік	Індекс змін продуктивності праці	Індекс змін фондівіддачі	Інноваційність
ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод»			
2014/2013	1,24	1,01	1,23
2015/2014	1,31	1,4	0,94
2016/2015	1,23	1,01	1,22
ПАТ «Ковельмолоко»			
2014/2013	0,76	0,7	1,08
2015/2014	0,66	0,75	0,88
2016/2015	0,9	0,7	1,29
ПАТ «Христинівський молокозавод»			
2014/2013	1,36	0,76	1,8
2015/2014	0,64	0,54	1,19
2016/2015	2,79	0,93	3
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»			
2014/2013	0,87	0,71	1,23
2015/2014	1,02	1,83	0,56
2016/2015	1,3	1,44	0,9
ТДВ «Бровари-молоко»			
2014/2013	1,15	0,99	1,16
2015/2014	1,37	1	1,37
2016/2015	1,05	0,95	1,1

Слід зазначити, що більшість підприємств вибірки орієнтуються саме на використання організаційних і соціально-психологічних чинників підвищення ефективності їх діяльності та йде шляхом мінімізації інвестиційних витрат і досягнення зростання ефективності їх діяльності на основі саме організаційних і мотиваційних факторів роботи персоналу, оскільки значення індексу інноваційності у них за 2013—2016 рр. в основному перевищує одиницю. Тільки ПАТ «Нововодолазький молокозавод» за 2015—2016 рр. значно покращив свої технічні чинники, про що свідчить перевищення темпів зміни фондівіддачі від темпів зміни продуктивності праці.

Наступним кроком аналізу результативності стане розрахунок показника якості трудового життя.

Якість трудового життя характеризує здатність задовольняти потребу працівників стосовно умов праці. Це величина, яка відображає відповідність умов праці, що склалися, потребам працівників [6].

Для розрахунку даного показника робиться припущення, що при підвищенні продуктивності праці більш високими темпами, ніж зростає за цей же період фонд оплати праці, слід говорити про підвищення якості трудового життя працівників підприємств вибірки. Хоча відзначимо, що використана методика та припущення при визначенні якості трудового життя, не дає можливість зробити однозначні висновки, але найкраще характеризує цю складну соціально-економічну характеристику трудового колективу підприємства:

$$\text{Якість трудового життя} = \frac{\text{Індекс продуктивності праці}}{\text{Індекс витрат на оплату праці}} \quad (9)$$

Таблиця 8. Розрахунок показника якості трудового життя за 2013—2016 рр.

Рік	Індекс продуктивності праці	Індекс витрат на оплату праці	Якість трудового життя
ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод»			
2014/2013	1,24	0,84	1,48
2015/2014	1,31	1,05	1,25
2016/2015	1,23	1,11	1,1
ПАТ «Ковельмолоко»			
2014/2013	0,76	0,86	0,88
2015/2014	0,66	1,31	0,5
2016/2015	0,9	0,85	1,06
ПАТ «Христинівський молокозавод»			
2014/2013	1,36	0,46	2,9
2015/2014	0,64	1,33	0,48
2016/2015	2,79	1,2	2,3
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»			
2014/2013	0,87	1,21	0,71
2015/2014	1,02	2,61	0,4
2016/2015	1,3	0,97	1,34
ТДВ «Бровари-молоко»			
2014/2013	1,15	1,15	1
2015/2014	1,37	0,91	1,5
2016/2015	1,05	1,13	0,92

Отже, у підприємств ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод», ПАТ «Христинівський молокозавод» та ТДВ «Бровари-молоко», за період 2013—2016 рр. розрахований нами показник більший за одиницю. Це говорить про те, що продуктивність праці персоналу цих підприємств зростає швидше, ніж витрати на оплату праці. Така ситуація є позитивною і свідчить про ефективну систему мотивації та свідомість працівників.

Останнім показником оцінки результативності, яка була сформована на основі наукових розробок Д. Скотт-Сінка, є розрахунок показника прибутковості.

Прибутковість характеризує здатність підприємства в часі отримувати доходи вищі, чим понесені затрати, які необхідні для його отримання. Для розрахунку остатнього критерію результативності використаємо показник

рентабельності. Рентабельність — відносний показник, який характеризує міру прибутковості витрат або активів [7].

Виходячи із суті поняття «результативність», доцільно розрахувати саме рентабельність продажу, оскільки цей показник дає змогу оцінити рівень прибутку на кожну гривню проданої на ринку продукції та рентабельність власного капіталу, який, у свою чергу, дає змогу оцінити рівень інвестиційної привабливості підприємств.

$$\text{Коефіцієнт рентабельності продажу} = \frac{\text{Валовий прибуток}}{\text{Виручка від реалізації продукції}}; \quad (10)$$

$$\text{Коефіцієнт рентабельності власного капіталу} = \frac{\text{Валовий прибуток}}{\text{Власний капітал}}. \quad (11)$$

Таблиця 9. Розрахунок показника прибутковості за 2013—2016 рр.

Підприємства	Коефіцієнт рентабельності продажу				Коефіцієнт рентабельності власного капіталу			
	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод»	0,14	0,06	0,11	0,19	1,08	0,28	0,65	0,81
ПАТ «Ковельмолоко»	0,01	0,13	0,24	0,12	0,2	0,09	0,12	0,04
ПАТ «Христинівський молокозавод»	0,07	0,08	0,15	0,15	0,9	1,03	1,25	0,7
ПАТ «Нововодолазький молокозавод»	0,09	0,15	0,13	0,07	0,35	0,5	0,48	-1,09
ТДВ «Бровари-молоко»	0,21	0,2	0,16	0,13	1,31	1,18	0,78	0,64

З наведених у табл. 9 даних видно, що рентабельність продажу п'яти підприємств коливається у межах 1%—24%. Найвищий рівень рентабельності продажу протягом 2013—2016 рр. зафіксовано у ТДВ «Бровари-молоко». Найнижчі показники у ПАТ «Кременчуцький міськмолкозавод».

Аналіз рентабельності використання власного капіталу показує, що інвестор може очікувати отримати від 4% до 81% на вкладений капітал. Слід звернути увагу на ПАТ «Нововодолазький молокозавод», у якого зафіксовано збиткову діяльність. Проте від'ємний результат отриманий цим підприємством не через фінансові збитки за результатом 2016 р., а через від'ємне значення власного капіталу. Це відбулося внаслідок наявності у структурі даного підприємства нерозподіленого збитку минулого року.

Висновки

Слід зазначити, що виокремлення категорій «результативність» і «ефективність» та чітке їхнє розуміння є дуже важливим для успішного функціонування підприємств. Проведений аналіз ефективності показав, що фактично всі підприємства нашої вибірки мають значення *d*-коефіцієнта менше за одиницю. Така ситуація свідчить про певну нераціональність сформованих моделей розвитку з позицій донесення вартості молочної продукції до її кінцевих споживачів. Відомо, що ефект будь-якої системи управління є за

свою природою синергетичним, тобто ефектом посилення взаємодії і координації між елементами цієї системи. Об'єктивною основою виникнення синергетичного ефекту системи є реальна взаємодія її елементів. Тому слід відмітити, що запропонована в дослідженні методика оцінки результативності потребує удосконалення, оскільки вона не дає загальну оцінку, а тільки характеризує кожен показник окремо. Це лише перший етап методики управління результативністю підприємств.

Література

1. Тищенко А.Н. Оценка действенности функционирования организации в условиях рынка / А.Н. Тищенко, Я.О. Светличная // *Економіка транспортного комплексу* — 2001. — № 4. — С. 147—152.
2. Олексюк О.І. *Економіка результативності діяльності підприємства: монографія* / О.І. Олексюк — Київ : КНЕУ, 2008. — 362 с.
3. Синк Д.С. *Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение* : пер. с англ. / Д. С. Синк. — Москва : Прогресс, 1989. — 528 с.
4. Поліщук Н.В. *Результативність діяльності суб'єктів господарювання: сутність, оцінка, основи регулювання: монографія* / Н.В. Поліщук. — Київ : ВЦ НТЕУ, 2005. — 252 с.
5. Петухова О.М. *Формування системи управління інноваційною діяльністю підприємств* / О.М. Петухова // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2012. — № 43 — С. 174—179.
6. Олексюк О.І. *Споживач як ключовий суб'єкт в управлінні результативністю підприємства* / О.І. Олексюк // *Агросвіт*. — 2009. — № 4. — С. 35—41.
7. Saltmarsh D. *The performance framework: a systems approach to understanding performance management* / D. Saltmarsh, M. Ireland, J. McGregor // *Public Administration & Development*. — 2003. — Vol. 23, # 5. — P. 445—456.
8. Гордієнко В.М. *Система стратегічного управління витратами: концептуальні засади побудови* / В.М. Гордієнко // *Стратегія економічного розвитку України* — 2012. — № 31. — С. 111—216.

УДК 658.15.:005.511 (083.92)

RESEARCH OF BUSINESS PROCESSES OF RETAIL TRADE ENTERPRISES BY QUALITY ANALYSIS METHODS

N. Mikitenko, V. Dubinina

Kyiv National University of Trade and Economics

Key words:

*Business processes
Retail business
Business process
management
Methods of qualitative
analysis
Management problems*

Article history:

Received 12.03.2018
Received in revised form
29.03.2018
Accepted 09.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article defines the factors hindering the development of the trade sector in Ukraine. The essence of business processes of enterprises is revealed. The roles of officials involved in the implementation of business processes of enterprises, are described namely: business process owners, owners of business process resources, business process implementers. The list of main business processes of retail enterprises is presented, taking into account their orientation on satisfying the interests and preferences of the last users (external) consumers and increasing the consumer value. Food retailers of several formats are selected for research: supermarkets, “shops near the house”, discounters. The sample consisted of thirteen retailers, located in different geographical regions of Kyiv, which mainly sell food products.

The analysis of the basic business processes was conducted taking into account various formats of retail enterprises using the methods of qualitative analysis. Summarized results of expert evaluation of the level of problem of business processes of retail trade enterprises are presented. The main problems that arise in the management of business processes of food retail enterprises by using the expert evaluation method is identified.

To simplify the study four groups of key business processes of the company were formed: trade and technological, business processes of quality improvement, procurement. The modern tools for solving problems of business processes management of retailers are offered, which will increase their efficiency / effectiveness and increase the competitiveness of retail enterprises in an aggressive market medium.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-12

ДОСЛІДЖЕННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ

Н.В. Микитенко, В.В. Дубініна

Київський національний торговельно-економічний університет

У статті визначено фактори, що гальмують розвиток торговельної галузі в Україні. Розкрито сутність бізнес-процесів підприємств. Охаракте-

ризують ролі посадових осіб, які беруть участь у реалізації бізнес-процесів підприємств, а саме: власників бізнес-процесів, власників ресурсів бізнес-процесів, виконавців бізнес-процесів. Представлено перелік основних бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі з урахуванням їх спрямованості на задоволення інтересів і вподобань кінцевих (зовнішніх) споживачів та нарощування споживчої цінності й вартості. Для дослідження обрано продовольчі підприємства роздрібної торгівлі декількох форматів: супермаркети, «магазини біля дому», дискаунтери. Вибіркову сукупність склали тринадцять підприємств роздрібної торгівлі, що розташовані в різних географічних районах м. Києва та реалізують переважно продовольчі товари.

Проведено аналіз основних бізнес-процесів з урахуванням різних форматів підприємств роздрібної торгівлі з використанням методів якісного аналізу. Наведено узагальнені результати експертного оцінювання рівня проблемності бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі. Ідентифіковано основні проблеми, що виникають при управлінні бізнес-процесами продовольчих підприємств роздрібної торгівлі шляхом використання методу експертного оцінювання.

Для спрощення дослідження сформовано чотири групи основних бізнес-процесів підприємств: торговельно-технологічні, бізнес-процеси поліпшення якості, закупівельні. Запропоновано сучасні інструменти вирішення проблем управління бізнес-процесами підприємств роздрібної торгівлі, що дають змогу підвищити їхню ефективність/результативність, а також конкурентоспроможність в агресивному ринковому середовищі.

Ключові слова: бізнес-процеси, підприємство роздрібної торгівлі, управління бізнес-процесами, методи якісного аналізу, проблеми управління.

Постановка проблеми. Дестабілізуючі процеси, що виникли в національній економіці, негативно вплинули на функціонування підприємств роздрібної торгівлі. Зокрема, за даними Державної служби статистики України, протягом 2014—2016 рр. відбулося скорочення кількості підприємств роздрібної торгівлі майже вдвічі, зменшення обсягів роздрібного товарообороту на 19%, зростання частки збиткових підприємств роздрібної торгівлі на 5% [1—3]. У той же час має місце зниження індексу споживчих настроїв, окремі підприємства роздрібної торгівлі втрачають свої конкурентні позиції у боротьбі за покупців, а потенціал бізнес-процесів використовується ними неповною мірою. У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність проведення аналізу бізнес-процесів як фундаменту функціонування підприємств з метою виявлення резервів удосконалення діяльності та підвищення конкурентоспроможності підприємств роздрібної торгівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження підприємств роздрібної торгівлі та використання концепції BPM (управління бізнес-процесами) не втрачають актуальності у працях багатьох сучасних науковців. Так, діяльність підприємств роздрібної торгівлі є предметом наукових праць таких дослідників, як І.О. Бланк [4], С.І. Бай [5], Б. Берман [6], К. Шредер [7]. У свою чергу, управління бізнес-процесами привертає увагу таких вчених, як

А.В. Шеєр [8], К.І. Редченко [9], В.Н. Парсяк [10]. Враховуючи значущість отриманого наукового доробку, відмітимо, що недостатньо вивченою на сьогодні залишається діяльність продовольчих підприємств роздрібної торгівлі. У зв'язку з цим пропонуємо дослідити бізнес-процеси продовольчих підприємств роздрібної торгівлі м. Києва та запропонувати заходи підвищення їх ефективності.

Метою статті є дослідження поточного стану бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі м. Києва з використанням таких методів якісного аналізу, як метод ідентифікації проблемних бізнес-процесів і причин зниження їх ефективності, порівняльний аналіз бізнес-процесів, метод експертного оцінювання, що дасть змогу прийняти ефективні рішення для покращення роботи досліджуваних підприємств.

Викладення основних результатів дослідження. Підприємства роздрібної торгівлі відіграють важливу роль у процесі суспільного відтворення. За допомогою своїх бізнес-процесів вони задовольняють матеріальними і нематеріальними благами існуючі потреби населення, створюють пропозицію та впливають на споживачів. Бізнес-процеси обмежені простором і часом, реалізують цілі підприємств та створюють/забезпечують обмін цінністю на підприємствах.

Зазначимо, що бізнес-процеси на підприємствах роздрібної торгівлі не відбуваються відокремлено від працівників. Кожен співробітник підприємства має права, обов'язки та бере участь у реалізації життєдіяльності бізнес-процесу, відповідаючи при цьому за отриманий результат бізнес-процесу. Крім цього, у науковій літературі з управління співробітників підприємств роздрібної торгівлі залежно від їх ролі у виконанні бізнес-процесів поділяють на власників бізнес-процесів, власників ресурсів, виконавців бізнес-процесів [11; 12]. Так, власник ресурсів бізнес-процесу — відповідальна особа (або підрозділ) за ресурси, необхідні для виконання бізнес-процесів. Вона складає бюджети, розраховує вартість і кількість ресурсів. Власниками ресурсів бізнес-процесів на підприємствах роздрібної торгівлі, зазвичай, є фінансовий, бухгалтерський відділи, які розподілять грошові потоки по всьому підприємству. У той же час логістичний підрозділ, відділ персоналу можуть виступати як власники товарно-матеріальних і людських ресурсів, що забезпечують реалізацію торговельно-технологічних бізнес-процесів підприємств. Паралельно власник бізнес-процесу — відповідальна особа, керівник, що організує виконання бізнес-процесу, розпоряджається отриманими ресурсами, визначає цілі бізнес-процесів і слідкує за їх досягненням, забезпечує розвиток бізнес-процесу та поліпшує його якість, формує команду із професіоналів-виконавців, націлену на результат. Прикладом власників бізнес-процесів на підприємствах роздрібної торгівлі можуть бути керівники функціональних структур: керівник логістичного відділу, керівник відділу маркетингу, керівник відділу продажів. При виконанні наскрізних бізнес-процесів призначаються відповідальні особи, які знаходяться поза структурними підрозділами підприємства та повністю керують такими бізнес-процесами від початку до кінця. Тоді як виконавець бізнес-процесу — посадова особа, що має права і обов'язки та виконує одну або декілька операції в конкретних бізнес-процесах підприємств.

У свою чергу бізнес-процеси слугують своєрідним барометром підприємств роздрібною торгівлі, адже, аналізуючи їх, керівництво отримує інформацію щодо фактичного стану діяльності підприємств, ідентифікує основні проблеми, що знижують показники ефективності діяльності та задоволеності споживчого попиту. У контексті цього проаналізуємо бізнес-процеси підприємств роздрібною торгівлі й визначимо перспективи їх розвитку.

Ринок роздрібною торгівлі представлений продовольчими (непродовольчими) підприємствами роздрібною торгівлі. Так, однією із прогресивних форм об'єднань у торговельній сфері виступають торговельні мережі, що диференційовані за форматами. Можна припустити, що кількість бізнес-процесів залежить від формату і розміру підприємства роздрібною торгівлі. Керуючись такою логікою дослідження, проведемо порівняльну характеристику бізнес-процесів різних форматів підприємств роздрібною торгівлі, результати якої подано у табл. 1.

Дослідженню підлягають підприємства роздрібною торгівлі м. Києва з розміром торговельної площі від 400 м² до 1000 м², товарооборотом від 70 млн грн, кількістю задіяного персоналу від 16 осіб, універсальною та скомбінованою формою товарної спеціалізації, низьким і середнім ціновим рівнем, домінуючим методом роздрібною продажу — самообслуговування.

У ході дослідження пропонуємо сконцентрувати увагу на основних бізнес-процесах, що притаманні багатьом продовольчим підприємствам роздрібною торгівлі м. Києва та є важливими при формуванні доданою вартості та споживчої цінності.

Таблиця 1. Бізнес-процеси підприємств роздрібною торгівлі м. Києва, власне дослідження авторів

Назва підприємства роздрібною торгівлі	Бізнес-процеси підприємств роздрібною торгівлі															
	Закупівля товарів	Доставка та приймання товарів	Підготовка товарів до продажу»	Зберігання товарів на складі магазину	Переміщення товарів у торговельну залу	Формування розмірів товарних запасів	Оцінювання якості бізнес-процесів	Виготовлення товарів у магазині	Продаж товарів онлайн	Продаж товарів у магазині	Доставка замовлення споживачам	Впровадження власних торговельних марок	Проведення зовнішнього оцінювання якості обслуговування	Проведення аудиту якості товарів	Представлення товарів на сайті	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ТОВ «АТБ-маркет»	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	
«Білла Україна»	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	

Продовження табл. 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ТОВ «Континент»	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+
ТОВ «Рітейл Центр» («Фуршет»)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
ТОВ «Рітейл Груп» («Велика кишеня»)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
ТОВ «Varus»	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
ТОВ «Еко-маркет»	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
ТОВ «ЛІА ЛТД» («Абсолют»)	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+
ТОВ «Фоззі-Фуд» («Сільпо»)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
ТОВ «НОВУС Україна»	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ТОВ «Лоток»	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+
ТОВ «Смарт-холдинг» («Амстор»)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
ТОВ «Фоззі-Фуд» («Фора»)	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+

Авторами дослідження виявлено такі особливості бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі м. Києва (залежно від формату функціонування цих підприємств):

- загальними операційними бізнес-процесами для всіх форматів підприємств роздрібної торгівлі є бізнес-процеси закупівлі товарів, прийняття товарів, їх розпакування, переміщення до торговельної зали, формування розмірів товарних запасів. Відзначимо, що бізнес-процес з підготовки товару для продажу має місце на всіх досліджуваних підприємствах;

- у магазинах формату «біля дому», «дискаунтер» майже відсутні бізнес-процеси зберігання товарів на складі. Для універсальних магазинів характерна тенденція оптимізації складських приміщень у магазині. Найчастіше підприємства роздрібної торгівлі організують бізнес-процеси постачання товарів за технологією «крос-докінга», що передбачає прямі поставки постачальниками товарів необхідної кількості та якості у розподільчі центри торговельної мережі. У той же час товари не зберігаються у розподільчих центрах, а фасуються та розподіляються за сформованими маршрутами по магазинах. Ключовими перевагами таких складів є обслуговування декількох десятків магазинів мережі одночасно й оптимізація логістичних витрат;

- у супермаркетах підприємство з 100% іноземними інвестиціями «Білла Україна», ТОВ «Novus Україна», ТОВ «Рітейл Центр» («Фуршет»), ТОВ «Смарт-холдинг» («Амстор»), ТОВ «Varus», ТОВ «Еко-маркет», ТОВ «ЛІА ЛТД» («Абсолют»), ТОВ «Фоззі-Фуд» («Сільпо»), ТОВ «Рітейл Груп» («Велика кишеня») мають місце бізнес-процеси щодо виробництва товарів у

магазині. В дискаунтерах «АТБ», «магазинах біля дому» ТОВ «Фоззі-Фуд» («Фора»), ТОВ «Лоток», ТОВ «Континент» у торговельній залі представлені товари власного виробництва. Такі бізнес-процеси спрямовані на залучення споживачів і диференціацію асортименту магазину;

- бізнес-процеси з продажу товару онлайн, доставки замовлення споживачам відбуваються в супермаркетах ТОВ «Фуршет», ТОВ «Novus Україна». Зазвичай, економічний ефект Інтернет-магазинів полягає у нарощуванні обсягів продажів. Соціальний ефект для споживачів підприємств розкривається через економію їхнього часу завдяки швидкому пошуку та купівлі товарів, не виходячи з дому;

- дискаунтери ТОВ «АТБ-маркет», супермаркети ТОВ «Novus Україна» впроваджують бізнес-процеси зовнішнього оцінювання якості торговельного обслуговування споживачами. Підприємства роздрібної торгівлі, за винятком ТОВ «Абсолют», ТОВ «Континент», імплементують у діяльність бізнес-процеси експертного контролю якості товарів із залученням працівників санітарно-ветеринарної служби, співпраці з науково-дослідними лабораторіями, створення спеціалізованих департаментів якості та проводять загальне оцінювання якості бізнес-процесів;

- всі досліджувані підприємства роздрібної торгівлі використовують Інтернет-сайти, які дають змогу споживачам дистанційно ознайомлюватися з асортиментом, акційними пропозиціями на підприємствах. Проте на переважній більшості підприємств роздрібної торгівлі відсутні бізнес-процеси продажів товарів через Інтернет-мережу;

- підприємства роздрібної торгівлі, за винятком ТОВ «Лоток», ТОВ «Смарт холдінг» («Амстор»), впроваджують в асортимент товари власних торговельних марок.

Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що, по-перше, на підприємствах роздрібної торгівлі при здійсненні управління бізнес-процесами недостатньою мірою впроваджується політика у сфері управління якістю бізнес-процесами, товарами/послугами, що на сьогодні є важливою складовою конкурентоспроможності підприємств. По-друге, в епоху інформаційних технологій виявлено прогалини в інформаційному забезпеченні підприємств роздрібної торгівлі. Переважна їх більшість незначною мірою впроваджує послуги оформлення замовлень і продажу товарів через мережу Інтернет, хоча деякі з них взагалі не використовують Інтернет-сайти у своїй діяльності. По-третє, в асортименті деяких підприємств роздрібної торгівлі відсутні власні торговельні марки (ВТМ), популярність яких нині зростає серед споживчої аудиторії.

Отже, розвиток ВТМ, впровадження політики управління якістю, розвиток електронної комерції є резервами підвищення показників бізнес-процесів, збільшення фінансових результатів підприємств роздрібної торгівлі.

Наступним етапом аналізу є оцінювання рівня проблемності бізнес-процесів. Також запропонуємо інструменти мінімізації проблем. Для визначення рівня проблемності бізнес-процесів доречно використовувати експертний метод. У ролі експертів було обрано керівників підприємств, спеціалістів із регламентування й опису бізнес-процесів, власників бізнес-процесів (завідувачів

складів, керівників відділів логістики, маркетингу, продажів, департаменту якості) виконавців бізнес-процесів (комерційних, продавців-консультантів, приймальників товарів). Оцінювання рівня проблемності бізнес-процесів проведено за п'ятибальною шкалою: 1 — неproblemні, 2 — мають незначні проблеми, 3 — мають значні проблеми, 4 — проблемні, 5 — критично проблемні. Розрахунок середнього балу проведемо, використовуючи метод середньої арифметичної простої. Узагальнені результати експертного оцінювання рівня проблемності бізнес-процесів продовольчих підприємств роздрібної торгівлі подано у табл. 2.

Таблиця 2. Узагальнені результати експертного оцінювання проблемності бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі м. Києва, власне дослідження авторів

Бізнес-процеси підприємств роздрібної торгівлі	Основні проблеми бізнес-процесів	Експертна оцінка у балах					Середній бал	Місце у рейтингу
		Керівники підприємства	Спеціалісти за регламентування та опису бізнес-процесів	Власники ресурсів	Власники бізнес-процесів	Виконавці бізнес-процесів		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Продаж товарів онлайн	Низький рейтинг сайту, відсутність кастомізації та персоналізації бізнес-процесів	4,9	4,9	4,8	4,9	4,9	4,88	1
Продаж товарів у магазині	Сезонність, недостатня кваліфікація персоналу, коливання валютного курсу, падіння індексу споживчих настроїв	4,9	4,9	4,8	4,9	4,9	4,88	1
Зберігання товарів на складах магазину	Висока вартість зберігання; псування товарів на складах	4,9	4,9	4,7	4,9	4,9	4,86	1
Представлення товарів на сайті	Високі витрати на розвиток сайту, низька відвідуваність, низький коефіцієнт конверсії, низький рівень автоматизації бізнес-процесів	4,9	4,9	4,7	4,8	4,9	4,84	1
Виготовлення товарів у магазині	Постачання неякісної сировини, псування вироблених товарів у магазині	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	4,84	1
Доставка замовлення споживачам	Високі витрати палива, витрати на укладання договорів з логістичними компаніями	4,7	4,8	4,6	4,9	4,7	4,74	1
Доставка та приймання товарів	Дефіцит кваліфікованих персоналу, низька якість торговельного обслуговування, нерегламентовані операції	4,7	4,7	4,6	4,8	4,7	4,71	1
Підготовка товарів до продажу	Застаріле торговельно-технологічне обладнання	4,7	4,7	4,6	4,8	4,7	4,71	1

Продовження табл. 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Переміщення товарів у торговельну залу	Застаріле торговельно-технологічне обладнання	4,5	4,5	4,6	4,5	4,3	4,48	1
Оцінювання якості бізнес-процесів	Отримання від постачальників неякісних (бракованих) товарів, невідповідність отриманих товарів стандартам	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3	4,38	2
Проведення зовнішнього оцінювання якості обслуговування	Витратність, відсутність електронних пристроїв щодо оцінювання споживачами якості обслуговування	4,3	4,3	4,3	4,4	4,3	4,32	2
Проведення аудиту якості товарів	Відсутність системи показників оцінювання якості, брак кваліфікованих фахівців	4,3	4,3	4,3	4,1	4,2	4,24	2
Закупівля товарів	Коливання валютного курсу, невиконання всіх умов договору	3,2	3,8	4,2	4,3	4,2	3,94	3
Формування розмірів товарних запасів	Низька ліквідність деяких груп товарних запасів, низька купівельна спроможність населення країни	3,2	3,8	4,1	4,1	4,2	3,88	3
Впровадження ВТМ	Висока конкуренція з боку брендів, низька лояльність споживачів	3,9	4,1	2,8	3,4	4,2	3,68	4

Подальший аналіз бізнес-процесів продовольчих підприємств роздрібної торгівлі м. Києва пропонуємо проводити, об'єднавши їх у чотири групи, що дасть змогу спростити дослідження.

Таким чином, у результаті оцінювання рівня проблемності можна виділити такі групи бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі м. Києва:

- торговельно-технологічні бізнес-процеси є основою доведення товарів до споживачів. Вони починаються з операцій приймання товарів і закінчуються операціями касового розрахунку, тому негативними наслідками невирішених проблем у цих бізнес-процесах є незадоволений споживчий попит, зниження обсягів товарообороту та прибутку підприємств роздрібної торгівлі;

- бізнес-процеси поліпшення якості обслуговування є одними із пріоритетних бізнес-процесів для споживачів і персоналу підприємств роздрібної торгівлі. Проблеми в цих бізнес-процесах знижують якість продукції, створюють прогалини в репутації та іміджі підприємства;

- закупівельні, що включають бізнес-процеси формування товарних запасів, дають змогу підприємствам роздрібної торгівлі своєчасно забезпечувати споживачів товарами необхідної якості та кількості. Також вони є початком для інших бізнес-процесів підприємств. Виникнення проблем у цих бізнес-процесах призводить до порушення перебігу торговельно-технологічних бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі;

- маркетингові бізнес-процеси, до складу яких входять бізнес-процеси впровадження та розвитку ВТМ, є одними з операційних бізнес-процесів під-

приємств роздрібної торгівлі. Своєчасне діагностування та вирішення проблем у маркетингових бізнес-процесах дає змогу поглибити ринкові можливості підприємств і підвищити лояльність споживачів до торговельної мережі.

Дослідження бізнес-процесів продовольчих підприємств роздрібної торгівлі м. Києва дасть змогу виявити найбільш поширені, на думку експертів, проблеми, що виникають при їх реалізації. Досягнення поставленої мети здійснимо за п'ятибальною шкалою: 1 — відсутні; 2 — не поширені; 3 — іноді виникають; 4 — поширені; 5 — дуже поширені. Узагальнені результати дослідження проблем, що виникають при реалізації бізнес-процесів продовольчих підприємств роздрібної торгівлі, представлено на рисунку.



Рис. Проблеми, що виникають при реалізації бізнес-процесів продовольчих підприємств роздрібної торгівлі м. Києва у 2016 році

Так, з рис. 1 можна побачити, що найбільш поширеними проблемами для продовольчих підприємств роздрібної торгівлі м. Києва є громіздкий ланцюг постачання (4,83 бала), неякісний (бракований) товар (4,72 бала), помилки в переговорах з постачальниками (4,43 бала), неякісні регламентуючі документи (4,28 бала), транспортні затримки (4,25 бала). Безперечно, ці проблеми потребують своєчасного реагування з боку керівництва підприємств і термінового їх усунення, оскільки їх негативними наслідками є відсутність товару на полицях, падіння обсягів товарообороту, зниження лояльності споживачів, втрачання конкурентних переваг тощо.

Враховуючи вищевикладене, автори дослідження вважають доцільним обґрунтувати заходи вдосконалення проблемних бізнес-процесів підприємств роздрібної торгівлі м. Києва (табл. 3).

МЕНЕДЖМЕНТ І СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Таблиця 3. Заходи мінімізації проблем бізнес-процесів підприємств роздрібною торгівлі м. Києва

Групи БП ПРТ	Середня кількісна оцінка, бали	Якісна оцінка	Заходи щодо мінімізації проблем (вдосконалення) бізнес-процесів ПРТ
Торговельно-технологічні бізнес-процеси	4,77	Проблемні	Аналіз операцій і моніторинг контрольних точок
			Впровадження інновацій (smart-візочки, мобільні додатки та ін.)
			Встановлення сучасного торговельного обладнання
			Встановлення сучасних світлових технологій
			Розробка регламентуючої документації
			Управління асортиментом за категоріями
			Участь підприємств у тендерах
Бізнес-процеси поліпшення якості	4,3	Проблемні	Залучення фахівців-психологів при розробці упаковки, товарного знака для власних торговельних марок
			Розробка інструкцій зберігання і транспортування кожної групи товарів
			Перевірка температурних режимів при зберіганні товарів
			Створення єдиної бази даних з відомостями про постачальників
Закупівельні бізнес-процеси	3,91	Значні проблеми	Систематичне навчання персоналу
			Створення відділу аудиту контролю якості товарів або залучення спеціалістів санітарно-ветеринарної служби
			Формування системи показників для вибору постачальників
			Автоматизація бізнес-процесів, що дасть змогу мінімізувати проблеми, пов'язані з людським фактором.
			Вертикальна комплектація товарів при перевезенні забезпечить оптимізацію площ транспорту
			Моніторинг постачальників і цін на товари
			Впровадження Lean-технологій
			Гнучкість маршрутів доставки товарів, зменшення обсягів палива
			Передача бізнес-процесів на аутсорсинг
			Проведення аналізу товарних запасів з урахуванням сезонності попиту
			Проведення аналізу товарообігу підприємств
Використання сучасного обладнання			
Розробка політики управління товарними запасами та оцінювання її ефективності			
Маркетингові бізнес-процеси	3,68	Значні проблеми	Грамотна презентація товарів
			Впровадження концепцій LIM (LessisMore – менше значить більше), MIL (Massinlimits)
			Впровадження концепцій Show Store
			Ефективна маркетингова стратегія
			Розвиток СМТ в асортименті магазину як критерію індивідуальності підприємства
			Участь підприємств роздрібною торгівлі в тендерах
Залучення фахівців-психологів при розробці упаковки, товарного знака для власних торговельних марок			

Підсумовуючи розглянуте, зазначимо, що теорія та практика управління перебуває у розвитку. Тому запропоновані авторами дослідження заходи щодо удосконалення бізнес-процесів підприємств роздрібною торгівлі не є еталонним. Його перелік може бути доповнено/зменшено залежно від пріоритетів керівників, формату магазину, наявності фінансових ресурсів, характеру та рівня проблем бізнес-процесів підприємств роздрібною торгівлі.

Висновки

Як свідчить практичний досвід, якісний аналіз доцільно використовувати при дослідженні бізнес-процесів будь-яких підприємств роздрібною торгівлі, незалежно від їх спеціалізації, форматів, мережевої форми об'єднань, кількості бізнес-процесів, географічного розміщення, фінансового стану тощо. Разом з цим, розуміючи сутність, оперуючи інструментами та методами якісного аналізу, підприємства роздрібною торгівлі мають можливість оперативно виявляти проблемні бізнес-процеси та основні проблеми, що в них виникають. Це дає змогу керівництву приймати ефективні управлінські рішення та застосовувати адекватні заходи, мінімізуючи при цьому втрати та ризики торговельної діяльності.

Предмет подальших наукових досліджень може бути пов'язаний із розумінням сутності, ознайомленням та використанням методів кількісного аналізу бізнес-процесів підприємств роздрібною торгівлі, що дасть змогу поглибити дослідження в цьому напрямі та об'єктивно визначити резерви підвищення ефективності управління підприємствами.

Література

1. Роздрібна торгівля України у 2015 році на 1 січ. 2016 р. : стат. зб. — Київ : Держ. служба стат. України, 2016. — 135 с.
2. Статистичний щорічник України за 2014 р. : стат. зб. — Київ : Держ. служба стат. України, 2015. — 585 с.
3. Державна служба статистики України [Електроний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Бланк *И.А.* Торговый менеджмент / И.А. Бланк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев : Эльга, Ника-Центр, 2013. — 784 с.
5. Бай *С.І.* Розвиток організації: політика, потенціал, ефективність : монографія / С.І. Бай. — Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2009. — 280 с.
6. Берман *Б.* Розничная торговля: стратегический подход / Б. Берман, Дж. Эванс ; пер. с англ. — Москва, 2003. — 1183 с.
7. Шредер *К.* Специализированный магазин: как построить прибыльный бизнес в розничной торговле / К. Шредер ; пер. с англ. — Москва : Альпина Бизнес Букс, 2004. — 384 с.
8. Шеер *Август-Вильгельм* Моделирование бизнес-процессов Изд. 2-е, Перевод с англ. Каменнова М.С. Громов А.И. / Весть-МетаТехнология: — Москва, 2000. — 173 с.
9. Редченко *К.І.* Управління бізнес-процесами підприємств роздрібною торгівлі : монографія / К.І. Редченко, Л.О. Гелей. — Львів : СПОЛОМ, 2015. — 224с.
10. Парсяк *В.Н.* Управління бізнес-процесами — інструмент підвищення ефективності організацій / В.Н. Парсяк // Актуальні проблеми економіки. — 2011. — № 7(21) — С. 131—138.
11. Пономаренко *В.С.* Теорія та практика моделювання бізнес-процесів : монографія / В.С. Пономаренко, С.В. Мінухін, С.В. Знахур. — Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. — 244 с.
12. Бьёрн *Андерсен* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / А. Бьёрн ; пер. с англ. — Москва : ИНФРА-М, 2005. — 319 с.

УДК 658.012.4

MECHANISM OF ADMINISTRATION OF AN ENTITY'S ACTIVITY

M. Minenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Administration mechanism
Levers
Tools
Procedures
Purposeful operation*

Article history:

Received 14.03.2018
Received in revised form
28.03.2018
Accepted 13.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The content of the article gives an opportunity to understand how in practice the purposeful influence of the subject of management on the object of management is ensured, how is an integrated system of levers, tools and procedures used to set up the necessary mechanism for such an impact. A brief description of the administrative, social, legal, economic mechanism of influence on the subject of economic activity is given. The relationship between levers, tools and mechanisms is revealed, as well as a difference in the understanding and use of tools and levers. Various notions of leverage in administration and their characteristics are presented. The levers of administration of the subject of business activity due to the directions are generalized and characterized, they are grouped according to the classification criteria. Examples of coordinating tasks that are implemented using the appropriate levers are given. At the same time, attention is paid to the fact that the mechanism of administration of the economic entity, taking into account the wide range of levers and instruments, is sufficiently individual.

The result of the article is the author's vision of the visualized model of the mechanism of administration of the business entity's activity. The model shows that the content of the administration mechanism is determined not only by the features of the formed integrated system of levers, tools and procedures, but also by the level of influence of the business medium, infrastructure, factors of the medium.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-13

МЕХАНІЗМ АДМІНІСТРУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ

М.А. Міненко

Національний університет харчових технологій

Зміст статті дає можливість зрозуміти, яким чином на практиці забезпечується цілеспрямований вплив суб'єкта управління на об'єкт управління, як побудована інтегрована система важелів, інструментів і процедур, що використовується для налагодження необхідного механізму такого впливу. Дана коротка характеристика адміністративному, соціальному, правовому,

господарському механізму впливу на діяльність суб'єкта господарювання. Розкрито взаємозв'язок між важелями, інструментами і механізмами, а також визначено різницю у розумінні й використанні інструментів і важелів. Представлено різноманітні поняття важеля в адмініструванні, їх характеристики. Узагальнено та охарактеризовано важелі адміністрування діяльності суб'єкта господарювання за напрямками, згруповано їх за класифікаційними критеріями. Наведено приклади координаційних завдань, що реалізуються, використовуючи відповідні важелі. Водночас акцентовано увагу на тому, що механізм адміністрування господарюючого суб'єкта, враховуючи широку палітру важелів та інструментів, є достатньо індивідуальним.

Підсумком статті є авторське бачення візуалізованої моделі механізму адміністрування діяльності суб'єкта господарювання. Модель показує, що зміст механізму адміністрування визначається не тільки особливостями сформованої інтегрованої системи важелів, інструментів і процедур, але й рівнем впливу ділового середовища, інфраструктури, факторами зовнішнього середовища.

Ключові слова: механізм адміністрування, важелі, інструменти, процедури, цілеспрямоване функціонування.

Постановка проблеми. Досліджуючи місце і роль адміністративного менеджменту в загальноорганізаційній системі управління, для розуміння того, як його необхідно максимально ефективно налагоджувати і використовувати, потрібно передусім, на наш погляд, розібратися зі змістом механізму адміністрування діяльності суб'єкта господарювання. Механізм як цілеспрямовано функціонуюча система важелів, інструментів і процедур взаємодії різних суб'єктів та об'єктів являє собою складне за природою, інтегральне за формою, динамічно функціонуюче організування. Різноманіття елементів і достатньо складна побудова їх взаємодії обумовлює необхідність детального сприйняття конструкцій і методів цього об'єднання. Саме адміністративний підхід до дослідження процесу об'єднання самостійних складових у модель цілеспрямовано функціонуючої системи з метою забезпечення ефективної та результативної діяльності вимагає її сучасної уяви і використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми адміністрування діяльності суб'єктів господарювання вивчало ряд науковців, зокрема, Є. Уткін, Г. Саймон, Д. Смітбург, В. Томпсон, М. Небава, Б. Новіков, Г. Сініюк, П. Круш, О. Русецька та інші. На нашу думку, найбільш системно такі дослідження було проведено А. Райченком. Водночас автор пропонує свої підходи до оцінки змісту та особливостей побудови і використання механізму адміністрування.

Викладення основних результатів дослідження. З давнини, ще не розуміючи поняття «механізм», людина сприймала, аналізувала все, що відбувалося навколо неї, моделями функціонування тих або інших об'єктів і суб'єктів. Цей процес виражався достатньо сформованими на той період функціями [5]:

- дискретизації (представлення цілого у вигляді послідовності окремих елементів);
- детермінування (виділення, визначення, обумовлення);

- класифікації (розподілення до визначених ознак).

На початковому етапі розвитку ці функції визначали абсолютно необхідні умови адміністрування. З часом формалізація і типологізація відображення механізмів взаємодії остаточно сформувала адміністративний підхід до сприйняття процесів функціонування. Разом з тим, аналізуючи діяльність господарюючого суб'єкта, ми, крім механізму адміністративного впливу, повинні оперувати поняттями соціального, правового, фінансового, господарського та інших механізмів (табл. 1).

*Таблиця 1. Види механізмів впливу на діяльність суб'єкта господарювання**

Механізм впливу	Коротка характеристика механізму впливу
Адміністративний	Жорстке підпорядкування об'єктів управління з метою суворого виконання вказівок, що здебільшого засноване на примусі
Соціальний	Сукупність цілей, функцій, принципів і методів, взаємодія яких забезпечує ефективне функціонування системи управління
Правовий	Сукупність юридичних засобів, за допомогою яких здійснюється правове регулювання системи управління
Фінансовий	Сукупність фінансових форм, методів і важелів, за допомогою яких забезпечується процес суспільного відтворення через формування й використання доходів і фондів грошових засобів, можливих завдяки розподільчій функції фінансів
Господарський	Сукупність організаційних структур і конкретних форм господарювання, методів управління та правових норм, за допомогою яких використовуються економічні закони з урахуванням конкретних обставин

*Сформовано автором за результатами дослідження з використанням [1; 5; 6].

За основу розробки кожного механізму необхідно взяти розуміння законів, методів і принципів з галузі конкретних знань і сфер практичної діяльності суб'єкта господарювання та використати відповідні важелі й інструменти для його побудови і функціонування.

Важіль як первинний механізм або один із його невід'ємних елементів історично сприймається як основний, цілеспрямований вплив людини. Крім того, важіль достатньо широко і різноманітно використовується при визначенні характеристики й застосуванні ключових ресурсів того чи іншого суб'єкта господарювання. Водночас варто звернути увагу, що відповідно до визначення, яке наведено у словнику української мови, важіль — це засіб, яким можна надати дії, сприяти розвитку чого-небудь або пожвавити, підсилити діяльність когось, чого-небудь [1].

В адмініструванні поняття «важіль» позиціонується і використовується не тільки як елемент певних механізмів, але й щодо суб'єкта господарювання в цілому. По суті, важелі адміністрування — це засоби, якими можна сприяти розвитку, пожвавити, підсилити керівництво, управління, завідування. Саме тому при оцінці форми й змісту організування, конструктивно виділяють і використовують різноманітні поняття важеля (вплив, дія, тиск), що розкривають конкретні сторони механізму адміністрування (табл. 2)

Таблиця 2. Різноманітні поняття важеля в адмініструванні*

Різноманітні поняття важеля в адмініструванні	Визначення
Вплив	Дія, яку певна особа чи предмет або явище виявляє стосовно іншої особи чи предмета; сила влади, авторитету
Дія	Робота, діяльність, здійснення чого-небудь; вплив на кого-, що-небудь
Тиск	Рішуча, енергійна дія, рух, спрямовані на кого-, що-небудь; стрімкий натиск, напад

* Сформовано автором за результатами дослідження з використанням [1].

У свою чергу, інструмент у контексті формування й функціонування механізму визначається як універсальна форма організування, як правило, зовнішньої дії. Це засіб впливу на об'єкт, перетворення та/або створення об'єкта [4].

Незважаючи на цю відмінність між термінами «важіль» та «інструмент», з точки зору теорії і практики їх використання, вони однозначно застосовуються в механізмі адміністрування. На практиці як важіль, так і інструмент можуть стосуватися одного й того ж механізму, встановлюючи при цьому принципово різну ступінь інтеграції і форми взаємодії. Якщо важіль безпосередньо утворює механізм або його складову, то інструмент універсально адаптується, обумовлюючи своє цілеспрямоване використання. Інструмент частіше за все сприймається і використовується як уніфікований засіб, наприклад, реконструкції того ж механізму, на відміну від вмонтованого у нього та адаптованого важеля, що конструктивно складає невід'ємну його частину.

Так, як внутрішній важіль господарського механізму традиційно та ефективно використовується матеріальна відповідальність працівників за майно, що знаходиться в їх розпорядженні. Зовнішнім інструментом організаційно-правового впливу, що доповнює дію механізму, у випадку втрати або псування цього майна, може слугувати адміністративна або кримінальна відповідальність працівника.

Така різниця у розумінні й використанні інструментів і важелів дає змогу достатньо чітко визначити їх місце та роль у побудові й функціонуванні механізму, в тому числі адміністративного. Основним тут є принципове розуміння того, що інструмент універсальний не тільки через те, що може використовуватися у різних механізмах, але й тому, що з його допомогою, власне, і створюється будь-який із них. Важіль, на відміну від інструменту, не тільки є безпосередньою складовою механізму, але й формується та адаптується спеціально для нього і використовується з метою його функціонування (табл. 3).

Таблиця 3. Важелі адміністрування діяльності суб'єкта господарювання*

Важелі адміністрування діяльності суб'єкта господарювання за напрямками	Характеристика важеля адміністрування
1	2
Індивідуальні:	
Іміджу	штучна імітація або подання зовнішньої форми будь-якого об'єкта

МЕНЕДЖМЕНТ І СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Продовження табл. 3

1	2
Персоналізації	максимально можливий облік індивідуальних здібностей, інтересів і можливостей
Спеціалізації	конкретизація, деталізація, набуття здібностей виконувати окремі завдання та обов'язки
Ініціативи	наявність здатності до самостійної дії, що змінює власний стан, всупереч природній інерції
Пріоритету	переважне право, значення чогось
Змагальності	побудова процесу, за якого зацікавлені сторони мають рівні можливості для відшукування істини, відстоювання своїх суджень або оскарження тверджень іншої сторони
Вкладу	щось цінне, внесене до загальної справи
Відповідальності	загальносоціологічна категорія, яка виражає свідоме ставлення особи до вимог суспільної необхідності, обов'язків, соціальних завдань, норм і цінностей
Корпоративні:	
Бренду	комплекс понять, які узагальнюють уявлення про відповідний товар, послугу, компанію або особистість
Співвідношення	взаємне відношення, взаємний зв'язок, взаємна залежність різних величин, предметів, явищ
Кооперації	форма організації діяльності для спільного досягнення загальних цілей або задоволення потреб
Співвиробництва	спільна з ким-небудь діяльність, спільна праця для досягнення мети
Переваги	умови, згідно з якими суб'єкти (об'єкти) виявляються найбільш продуктивними, коли вони спеціалізуються на виробництві тих товарів і послуг, у виготовленні яких вони проявляють особливу ефективність або мають у своєму розпорядженні значний досвід і кваліфікацію
Суперництва	особливий вид взаємин, який характеризується боротьбою за що-небудь цінне: владу, престиж, визнання, матеріальний успіх тощо
Співучасті	спільна участь у чому-небудь
Співставності	такий, який може бути зіставлений з ким або чим-небудь
Комбіновані:	
Представництва	правовідношення, відповідно до якого одна особа (представник) на підставі набутих нею повноважень виступає і діє від імені іншої особи, яку представляє, створюючи, змінюючи чи припиняючи безпосередньо для неї цивільні права та обов'язки
Конкурентоспроможності	здатність певного об'єкта або суб'єкта перевершити конкурентів у заданих умовах
Конкурентного середовища	результат і умови взаємодії великої кількості суб'єктів ринку, що визначає відповідний рівень економічного суперництва і можливість впливу окремих економічних агентів на загальноринкову ситуацію
Приналежності	те, що є складовою частиною чогось, органічно властиве кому, чому-небудь
Відповідності	узгодженість між чим-небудь

* Сформовано автором за результатами дослідження з використанням [1; 2; 4; 5].

У різних механізмах можуть використовуватися важелі, що діють за одними принципами. Водночас їх об'єктивна адаптація і безпосередня інтеграція робить такі конструкції достатньо унікальними. Зокрема, система стимулювання персоналу, що використовується у кожному суб'єкті господарювання, незважаючи на типовість сприйняття її механізму, передбачає формування і використання специфічних індивідуальних підходів до кожного працівника. При цьому мотивація кожного, що визначає основні трудові заохочення персоналу, формується під впливом універсальної для всього суспільства палітри інструментів.

Безпосередньо адаптована і предметно спеціалізована композиція важелів механізму адміністрування діяльності конкретного суб'єкта господарювання дає змогу визначити критерії їх класифікації (табл. 4).

Таблиця 4. Класифікація важелів механізму адміністрування діяльності суб'єктів господарювання

Критерії класифікації	Важелі механізму адміністрування за напрямками		
	Індивідуальні	Корпоративні	Комбіновані
Ідентифікації	Іміджу	Бренду	Представництва
Оцінки	Персоналізації	Співвідношення	Позиціонування
Участі	Спеціалізації	Кооперації	Взаємодії
Мобілізації	Ініціативи	Співробітництва	Підприємництва
Порівняння	Пріоритету	Переваги	Конкурентоспроможності
Змагання	Змагальності	Суперництва	Конкурентного середовища
Відношення	Вкладу	Співучасті	Приналежності
Конкретизації	Відповідальності	Співставності	Відповідності

* Сформовано автором за результатами дослідження з використанням [3].

На підставі наведених у табл. 4 критеріїв складаються достатньо стійкі та ефективні об'єднання елементів в одну систему, що забезпечують перманентний процес визначення, розробки і вирішення персоналом суб'єкта господарювання певних координаційних завдань, а саме [3]:

- позиціонування у підрозділі;
- становлення і розвиток ділової орієнтації;
- формування і направлення посадових амбіцій;
- встановлення і дотримання структурної субординації;
- розробка і адаптація функціональної комутації (функціональної заміни, перестановки);
- розподіл і реалізація предметної спеціалізації;
- побудова і проведення процесуальної кооперації;
- засвоєння і підвищення професійної кваліфікації;
- визначення і закріплення рівня компетенції;
- розповсюдження і розвиток корпоративної культури;
- обґрунтування і визначення персонального іміджу;
- забезпечення і реалізація кар'єрного росту.

Перелік таких завдань можна продовжити, але наведені дають підстави стверджувати, що вони штатно визначаються і реалізуються у кожному суб'єкті господарювання на основі стаціонарних важелів адміністративного механізму.

Водночас варто зазначити, що успішне вирішення завдань залежить і від залучення ряду інших специфічних ресурсів господарюючого суб'єкта.

До певної міри штатний підхід, який використовується при виділенні завдань і формуванні важелів адміністративного забезпечення їх ефективного вирішення, обумовлює уніфікацію (типізацію) складу та змісту відповідного механізму з метою його тиражування. Проте в реально функціонуючому суб'єкті господарювання, що має відповідний профіль спеціалізації, особливості впливу факторів зовнішнього середовища, а також унікальність особового складу працівників, така трансформація в принципі неможлива. Річ у тім, що безпосереднє формування, адаптація і закріплення відповідних важелів механізму адміністрування конкретного суб'єкта господарювання має виключно індивідуальний характер.

По суті, кожний механізм адміністрування за своєю початковою орієнтацією та адаптацією до змісту й обставин функціонування конкретного суб'єкта господарювання формується достатньо специфічно. Зокрема, такі етапи процесу, як «налагодження», «регулювання», «супровід» сформованого механізму адміністрування роблять його практично унікальним. Фактично все залежить від кожного з учасників процесу, а головне, від бажання, досвіду, кваліфікації його модератора — тор-менеджера. При цьому важливо зрозуміти, що зміна одного з виконавців призводить до необхідності не тільки адаптації, але й модернізації використання відповідних важелів механізму адміністрування.

Розглянуті положення відображають загальні підходи до визначення, класифікації, формування та адаптації важелів адміністрування. Їх перелік дає змогу зорієнтувати менеджмент на розробку і використання безпосередніх агрегацій механізму адміністрування. Ці агрегації, на відміну від важелів, чітко формалізовані і конкретизовані стовно суб'єкта господарювання й моделі механізму адміністрування, що використовується. У найбільш загальному вигляді візуалізована модель механізму адміністрування може бути представлена таким чином (рис.).



Рис. Модель механізму адміністрування діяльності суб'єкта господарювання, сформовано автором за результатами дослідження з використанням [3]

Представлена модель включає три рівні впливу на формування механізму адміністрування:

- суб'єкт господарювання з його внутрішніми змінами;
- ділове середовище та інфраструктуру, частиною яких є суб'єкт господарювання;
- зовнішнє середовище впливу на суб'єкт господарювання.

Так, позиціонування суб'єкта господарювання в інфраструктурі вже достатньо суттєво визначає зовнішні умови формування і функціонування механізму його адміністрування. Зокрема, потрібно розуміти, що навіть законодавчо встановлена процедура реєстрації суб'єкта господарювання впливає на відповідні характеристики механізму адміністрування.

Висновок

Попри все, основна мета розробки і використання механізму адміністрування полягає в забезпеченні цілеспрямованого функціонування господарюючого суб'єкта. Водночас певний перелік завдань, що вирішує адміністрування, обумовлений відповідною процедурою кореспондування суб'єкта господарювання з діловим середовищем. Їх визначення, розробка і вирішення забезпечують комунікаційну, інформаційну, виробничу та іншу необхідну адаптацію зв'язків. Саме тому необхідно чітко представляти спектр важелів адміністрування та їх взаємозв'язок з необхідними інструментами. У такій адаптації та агрегації, як основному ресурсі побудови і використанні реально діючого механізму адміністрування, проявляється значення адміністративного менеджменту.

Література

1. Академічний тлумачний словник української мови [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://sum.in.ua> (дата звернення: 15.08.2016).
2. *Клименко С.М.* Управління конкурентоспроможністю підприємства : навч. посіб. / С.М. Клименко, Т.В. Омеляненко, Д.О. Барабась, О.С. Дуброва, А.В. Вакуленко. — Київ : КНЕУ, 2008. — 520 с.
3. *Райченко А.В.* Административный менеджмент : учебник для программы МВА / А.В. Райченко. — Москва : ИНФРА-М. — 2016. — 416 с.
4. Словотвір [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://slovotvir.org.ua> (дата звернення: 12.11.2016).
5. Тлумачний словник української мови [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://eslovník.com> (дата звернення: 12.11.2016).
6. *Юрій С.І.* Фінанси: вишкіл студії : навч. посіб. / С.І. Юрій, Т.О. Кизима, Н.П. Злепко, М.М. Тріпак. — Тернопіль : Карт-бланш, 2002. — 357 с.

AYURVEDIC AND EUROPEAN CANONS OF HEALTH

A. Ukrayinets, G. Simakhina, N. Naumenko

National University of Food Technologies

Key words:

Ayurveda
European medicine
Nutritiology
Vital energy
Unity of physical
Mental and spiritual
initials
Organs of senses
Emotions

Article history:

Received 05.03.2018
Received in revised form
29.03.2018
Accepted 12.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Nowadays, the authorities in all the states of the world recognize the possession of the most achievable level of health to be one of the main rights for every human. Therefore, we find relevant studying the various wellness systems, their individual choice and transition from the traditional medicine (aimed at treatment of certain diseases) to prevention and strengthening of health by non-traditional methods. Ayurvedic system of wellness — the immense wisdom of Ancient East — is supposed to be the most effective of them.

It is Ayurveda which proposes the natural and safe treatment of those diseases that are resistant to even the up-to-date methods of European medicine. By the way, both ancient and modern Ayurvedic doctrines consider the warranty of proper state of health such factors as the system of reasonable nutrition, yoga, phytotherapy, organism detoxication, and psychotherapy with a help of meditations and prayers.

This article represents the comparative characteristics of Ayurvedic and European (firstly Ukrainian) medical and nutritiological approaches to the problems of correcting the state of human health, one's physical and psychological balance in today's social, economical, and ecological conditions. There is analyzed an array of theoretic works by Ukrainian and Hindu scientists, dedicated to creation of the newest paradigm of recreation. The authors of this article pay the proper attention to the positive features of both of the conceptual systems to allow anyone to formulate one's individual principles of recreation which would benefit the state of one's health for years.

Ayurveda and other systems of wellness give the various practical advices to be realized for keeping one's health in the proper state and also enjoying the long, valuable, and happy life. The contemporary science confirms the ancient Hindu canon which is the following: the human is directly connected to Nature, the main source of energy. Therefore, the natural methods of recreation seem to be the most efficient by now.

АЮРВЕДИЧНІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКІ КАНОНИ ЗДОРОВ'Я

А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко

Національний університет харчових технологій

Сьогодні всі держави світу визнають, що володіння найвищим досяжним рівнем здоров'я є одним із основних прав кожної людини. Тому вивчення різних систем оздоровлення, їх індивідуальний вибір, перехід від традиційної медицини, орієнтованої на лікування хвороб, до профілактики і зміцнення здоров'я нетрадиційними методами стало нагальною потребою. І найбільш ефективним із них є аюрведична система оздоровлення — невичерпна мудрість Давнього Сходу.

Саме Аюрведа пропонує натуральне та безпечне лікування тих хвороб, які не піддаються навіть сучасним методам європейської медицини, причому і давня, і теперішня Аюрведа вважають запорукою належного стану здоров'я систему раціонального харчування, йогу, фітотерапію, детоксикацію організму, психотерапію через медитації та молитви.

У статті наведено порівняльну характеристику підходів Аюрведи та європейської, зокрема української медицини та нутриціології до проблем корегування стану здоров'я людини, її фізичної та психологічної рівноваги у сучасних соціально-економічних і екологічних умовах. Проаналізовано низку теоретичних праць українських та індійських авторів, присвячених творенню новітньої парадигми оздоровлення. Звернено увагу і виокремлено позитивні сторони обох концептуальних систем, які дають можливість кожному сформулювати індивідуальні принципи оздоровлення, що сприяє збереженню стану здоров'я на довгі роки.

Аюрведа та інші системи оздоровлення дають різноманітні практичні поради, реалізуючи які можна навчитись підтримувати своє здоров'я в належному стані, насолоджуватись довгим повноцінним щасливим життям. Сучасна наука підтверджує давньоіндійські канони: людина безпосередньо пов'язана з Природою як першоджерелом енергії. І тому найбільш результативними є природні методи оздоровлення.

Ключові слова: Аюрведа, європейська медицина, нутриціологія, життєва енергія, єдність тілесного, душевного та духовного, органи чуттів, емоції.

Постановка проблеми. Цю тему варто розпочати зі слів німецького філософа Артура Шопенгауера: «Здоров'я — не все, але без нього все решта — ніщо». Сьогодні незаперечним є те, що досягти довголіття, благополуччя, кар'єрного росту можна лише при винятковому здоров'ї. І це не лише медико-біологічна категорія, а й соціальна. Більш того, здоров'я нації цілком справедливо вважається одним із основних чинників національної безпеки.

Отож виконання людиною своїх біологічних та соціальних функцій можна і треба розглядати як вияв здоров'я. І чим вищою є здатність людини виконувати ці функції, тим вищим є рівень її здоров'я, що є гарантією тривалого й активного життя [1].

На жаль, рівень тривалості життя українців найнижчий у Європі, смертність переважає над народжуваністю, а тенденція до скорочення кількості населення має стійкий характер. Недаремно багато науковців вважають таку ситуацію кризовою, яка загрожує самому існуванню української нації.

Тому використання різних систем оздоровлення стало нагальною проблемою для України. Саме природних систем оздоровлення, а не засобів офіційної медицини. По-перше, вартість медичного обслуговування стає дедалі вищою, а по-друге, доцільно процитувати один вислів Миколи Михайловича Амосова — всесвітньовідомого ученого, геніального кардіохірурга, кібернетика, який він наводить у книзі «Енциклопедія Амосова. Алгоритм здоров'я». Отож, слово Миколі Михайловичу: «Не сподівайтесь, що лікарі зроблять вас здоровими. Вони можуть врятувати життя, навіть вилікувати хворобу, однак лише підведуть вас до старту, а далі, щоб жити надійно, покладайтесь лише на себе. Я ніяк не применшую могутність медицини, оскільки служу їй все життя. Однак знаюся на здоров'ї — теоретично і практично. Тому й кажу — бійтесь потрапити в полон до лікарів. Вони не тільки не можуть зробити вас здоровими, вони навіть не можуть навчити вас бути здоровими» [1].

Вивчення різних систем оздоровлення, індивідуальний вибір тих, що найбільше вам подобається; перехід від традиційної медицини, яка лише лікує хвороби, до профілактики і зміцнення здоров'я є цілком актуальною і своєчасною проблемою. І не має значення, де створено ту чи ту оздоровчу систему — в Америці, Африці, Індії чи Китаї. І не має значення, що ми сповідуємо різні традиції і спосіб життя у нас інший. Адже структура тіла, свідомості і душі у всіх у нас дуже схожі, тому ті шляхи оздоровлення, які проклали інші народи, органічно можуть вписатися в спосіб нашого життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мудрість Давнього Сходу невичерпна. Нею донині живляться мислителі, філософи, цілителі. Батько сучасної медицини Гіппократ спирався на вчення Аюрведи, на знання давніх індійських, іранських магів та цілителів. Доречно згадати, що не лише символ медицини — чаша зі змією — запозичено з учення Аюрведи, а й сучасна форма одягу лікаря — білий халат, шапочка, маска на обличчі [2]. Саме таким був одяг індійських цілителів: під час лікування вони одягались у біле як символ чистоти. А пов'язка на обличчі служила, щоб їхнє дихання не оскверняло священне творіння — Вогонь, джерело всього живого і сущого, земного і небесного, який горить у кожному з нас.

Аюрведа існує близько 5 тисяч років і пропонує натуральне та безпечне лікування навіть тих хвороб, які не підвладні європейській медицині. Протягом 150-річного британського правління в Індії більшість заможних індійських родин посилали своїх дітей вивчати західну медицину. На той період Аюрведа була медициною для бідних, а еліту обслуговувала західна медицина [3].

Сьогодні ж і забезпечені індійці знову повертаються до Аюрведи. Отож вона зберегла свою популярність і фактично переживає відродження уже й на європейському ґрунті. Настав час для Аюрведи і в Україні, оскільки з'явився потяг до вегетаріанства, зростає популярність здорового харчування та

натуральних засобів профілактики і лікування хвороб. Єдина проблема для Аюрведи в Україні, як і в інших європейських країнах, — відсутність необхідної кількості кваліфікованих фахівців як із автентичної аюрведичної медицини, так і аюрведичного харчування.

Другу частину цієї проблеми наш університет почав вирішувати з минулого року, коли за рішенням Вченої ради було відкрито магістерську програму «Технології аюрведичних харчових продуктів». І уже друге покоління магістрантів вивчає особливості аюрведичної системи оздоровлення, створення аюрведичних харчових продуктів, що є запорукою впровадження та розвитку в Україні цієї величної науки про життя (у перекладі з санскриту «аюс» — життя, «веда» — наука).

Метою статті є з'ясування основних принципів давньоіндійської науки Аюрведи з відновлення та підтримання на належному рівні стану здоров'я людини, розширення його резервних можливостей для забезпечення гармонійного розвитку фізичних, психологічних і духовних сил, а також їх зіставлення із засадничими принципами європейської медицини.

Матеріали і методи. В основу методологічної бази цього дослідження покладено методи наукового пізнання, системного підходу, узагальнення праць зарубіжних і вітчизняних учених у даному напрямі.

Викладення основних результатів дослідження. Сьогодні всі держави світу визначають, що володіння найвищим досяжним рівнем здоров'я «є одним із основних прав кожної людини». Це визначення міститься в Статуті ВООЗ, затвердженому в Женеві в 2006 р.; його покладено в основу ще одного важливого документа ВООЗ «Здоров'я — 2020: основи європейської політики і стратегії для XXI століття», де також стверджується: до найвищих цінностей належить безумовне визнання і практичне дотримання прав людини на здоров'я.

Що ж розуміється під категорією «здоров'я»?

Так, у Статуті ВООЗ записано: «Здоров'я — це стан повного фізичного, розумового і соціального благополуччя, а не лише відсутність хвороб чи фізичних дефектів». Експерти цієї ж організації кілька років тому оприлюднили факт, що у стані здоров'я людини вирішальну роль відіграють чотири складові: спадковість, соціальні та екологічні умови, робота служб охорони здоров'я, спосіб життя. Саме остання складова забезпечує понад 60% здоров'я, де на якість та структуру харчування припадає майже 80%.

Ця ж організація ще в 1948 році ухвалила щороку 7 квітня відзначати Всесвітній день здоров'я (збіг обставин чи ні, але 7 квітня за церковним календарем — це День Благовіщення).

Існує ще понад десяток визначень поняття «здоров'я». Якщо зіставити їх із формулюванням давньоримського лікаря Клавдія Галена (II ст. до н. е.), який розглядав здоров'я як стан, при якому ми не страждаємо від болю й не обмежені в своїй життєдіяльності, то можна стверджувати, що і в сиву давнину, і сьогодні здоров'я характеризується станом високої життєдіяльності і життєвим тонусом.

Аюрведа теж дає своє визначення здоров'я в одній із найдавніших індійських книг автора Чараки. Майже 3 тисячі років тому Чарака формулює своє

розуміння того, на чому ґрунтується здоров'я: «Здорове життя має три головних опори — збалансоване харчування, правильний сон зі здоровим сексуальним життям і чистота помислів» [4].

Як наука життя Аюрведа прагне виокремити корисні та шкідливі звички, окреслити причини щастя та нещастя в житті, визначити благодатне та неблагодатне. Вона пропонує чітку життєву стратегію, яка повертає рівновагу при нездоровому способі життя, що є особливо характерним для нашого часу.

Сучасна Аюрведа вважає основними чинниками здорового життя не три, а п'ять головних складників: систему правильного харчування, йогу, фітотерапію, детоксикацію організму, психотерапію через медитації та молитви [5]. Ці твердження не лише доповнюють одне одного, а й констатують основну суть Аюрведи: здоров'я людини — це взаємодія фізичного стану, ментальності і духовності. Без духовного аспекту життя вирішити проблему здоров'я неможливо.

Академіка М. Амосова і Чараку розділяють майже 3 тисячі років, і наш знаменитий сучасник навряд читав давньоіндійські трактати, однак у своїх роздумах про здоров'я Микола Михайлович наводить дуже схожі думки: «Для здоров'я однаково необхідні чотири умови: фізичні навантаження, обмеження у харчуванні, загартовування, час і вміння відпочивати. І ще п'яте — щасливе життя!» [6].

Отож, згідно з філософією Аюрведи, міцне здоров'я — це стан рівноваги між розумом, тілом, духом і навколишнім світом. Така рівновага досягається завдяки правильному харчуванню і раціональному режимові харчування, фізичним вправам, правильному способу життя, медитації, використанню трав тощо.

З цього судження логічно випливає, що погіршення стану здоров'я, ослаблення організму, постійна втома є результатом порушення рівноваги між розумом, тілом і духом, і призначення систем оздоровлення якраз полягає в тому, щоб відновити цю рівновагу. Більш того, з точки зору Аюрведи, захворювання організму виникають і від незнання. Незнання в даному випадку розглядається як стан свідомості, при якому поведінка і вчинки людини стають безконтрольними [7]. До безконтрольної поведінки Аюрведа відносить усі шкідливі звички, незалежно від того, усвідомлені вони чи ні.

Аюрведа пропонує багато способів для відновлення стану здоров'я. Єдність тіла, душі і духу — головна мета цього вчення. Засвоївши його основні принципи і здійснюючи їх на практиці, людина набуває емоційної урівноваженості, духовної досконалості, відновлює істинну гармонію між собою і світом. Цей стан досягається рівновагою всіх елементів життя.

Основною причиною порушення рівноваги в організмі є втома — нестача фізичної, інтелектуальної та емоційної енергії. А хронічна втома — це тривала відсутність такої енергії. І це надзвичайно грізний симптом. Недаремно експерти ВООЗ ввели до переліку відомих захворювань ще одне — синдром хронічної втоми (СХВ), і він класифікується як один із проявів «хвороб цивілізації».

За результатами недавніх досліджень, опублікованих у журналах Американської медичної асоціації, на хронічну втому скаржаться 24% пацієнтів. Вищий рівень втоми виявився у жінок (28%), серед чоловіків (19%).

На цю проблему звертають увагу і західна медицина, і сучасна Аюрведа. Західні науковці стверджують: нині на хронічну втому страждає більш ніж половина населення [8]. І якщо традиційні хвороби все ж у більшості випадків піддаються лікуванню, то хронічна втома може тривати все життя, і приречений на неї ніколи не відчує радощів нормального повноцінного здоров'я. Колись Лев Толстой писав: «Щастя бути тим, ким хочеться». Та, на жаль, багатьом нашим сучасникам так і не вдається стати, ким хочеться, бо брак життєвих і фізичних сил не дає їм реалізувати себе.

Сучасний фахівець з Аюрведи Дипак Чопра, американець індуського походження, поглиблює важливість проблеми, вказує на те, що хронічна втома надзвичайно погано піддається спробам лікарів оцінити, виміряти її, з'ясувати конкретну причину, а значить, і призначити адекватне лікування [9].

Як практикуючий лікар Дипак Чопра підкреслює: у більшості пацієнтів, що скаржаться на хронічну втому, жодної конкретної фізичної причини виявити не вдалось. Тому, як ми уже зазначали, хронічна втома може переслідувати людину все життя.

Розглядаючи цю тему, слід зазначити, що і східна, і західна медицина до хронічної втоми відносять стан, що супроводжується нестачею фізичної, інтелектуальної та емоційної енергії протягом місяця чи довше. В цьому її відмінність від гострої втоми, що виникає в особливих ситуаціях — підготовці до екзаменів, розробленні якогось проекту, іншого форс-мажору. Бо така втома швидко проходить, варто лише відпочити.

За формулюванням Дипака Чопри, хронічна втома — це стан, який триває більше місяця, відчувається щодня, і від нього не позбавляє ні сон, ні відпочинок.

І східна, і західна медицина розглядають як основні причини виникнення й розвитку СХВ — сучасні умови життя, негативні впливи на організм людини фізичної, хімічної, біологічної, психічної природи. Проте для характеристики цього феномену доцільніше використати праці адептів сучасної Аюрведи як більш обґрунтовані, переконливі, автори яких більш стурбовані долею людини.

Відомо, що середовище, в якому ми живемо, є відображенням колективної свідомості людей. Ця теза — одне із фундаментальних положень філософії Аюрведи. Однак останні 150—200 років в суспільстві утвердилось уявлення про людину як відокремлену від природи, яка стоїть над природою і є її володарем. Радянське покоління пам'ятає відомий вислів біолога-селекціонера Івана Мічуріна: «Ми не можемо чекати милостей від природи. Взяти їх у неї — наше завдання».

І своє завдання населення планети вбачало у тому, щоб підкорювати й експлуатувати природу заради власних матеріальних благ. Результатом стали високі наукові і промислові технології, які, своєю чергою, викликають дедалі більш помітний дисбаланс у багатьох сферах життя на Землі, включаючи виснаження природних ресурсів, забруднення води, загрозу глобальних екологічних катастроф. Руйнується наше середовище проживання, а в результаті — все більші втрати енергії і здоров'я.

Дипак Чопра доходить висновку, що рівновага в навколишньому середовищі сприяє рівновазі в організмі людини, а дисбаланс у довкіллі веде до індивідуального дисбалансу кожного.

Отож на основі сучасних аюрведичних досліджень охарактеризуємо деякі зовнішні чинники, здатні призвести до хронічної втоми. Це передусім якість повітря. Аюрведичне слово прана означає «повітря» і «дихання». Крім цього, воно включає поняття життєвої сили, життєвого дихання і навіть самого життя. Кисень, основний учасник процесу дихання, є одним із головних компонентів метаболізму, тобто перетворення їжі на життєву енергію. І головна вимога Аюрведи — свіже повітря щодня: одна-дві прогулянки хоча б на 30 хв дають явний приплив сил і бадьорості.

Другим чинником Аюрведа вбачає якість води і радить пити фільтровану або бутильовану воду. Критиці Аюрведа піддає штучні матеріали і вимагає, щоб одяг, постільна білизна тощо були з натуральних тканин.

Згідно з Аюрведою, тривалий вплив електромагнітних хвиль здатний ослабити організм і спровокувати різні хвороби, в тому числі СХВ [9]. Хоча слід мати на увазі, що організм людини має колосальні засоби адаптації і самовідновлення. Імунна система, наприклад, здатна розпізнавати і знищувати майже будь-який вид мікробів, навіть тих, із якими вона раніше не контактувала. Такі ж чудові властивості гнучкості та самозахисту має і система детоксикації організму.

Тому треба приділяти більше уваги зміцненню механізмів самоцілення. Контролюючи своє оточення і долаючи явні порушення природної рівноваги, можна забезпечити і зовнішню підтримку своїм захисно-відновним ресурсам.

Дипак Чопра наголошує на тому, що вплив довкілля на людський організм визначається не лише самим довкіллям, а й характером нашого сприйняття. Через п'ять органів чуттів — зір, дотик, слух, смак і нюх — до нас приходять усвідомлення зовнішнього світу. І якщо ці всі органи здорові та урівноважені, вони полегшують надходження в організм живильної енергії. А уміння привести їх до стану рівноваги допомагає відкрити в собі велике джерело нерозтраченої енергії.

Згідно із сучасною Аюрведою, шумове забруднення є причиною сенсорного перезбудження. Термін «шумове забруднення» виник кілька десятиліть тому. Він характеризує дуже голосні або неприємні звуки і їхній вплив на людину. І кінцевим результатом тривалого впливу шумів є хронічна втома. Тому потрібно забезпечувати собі, по можливості, спокійне і гармонійне оточення (тихе місце для відпочинку, спокійна музика перед сном тощо).

Існує ціла спеціальна галузь Аюрведи — гандхарваведа, присвячена досягненню фізіологічної рівноваги за допомогою звуків.

Дієвим засобом запобігти хронічній втомі є аюрведичний олійний масаж. Багато важливих біологічно активних точок (за Аюрведою — марм) розташовані на поверхні голови, вušних раковин, стоп — і саме на них у процесі масажу треба звернути особливу увагу. Крім того, існують ще три аюрведичні марми — одна в центрі лоба, друга над серцем, третя — на животі (5 см нижче пупка). На ці точки слід злегка натискувати і робити кругові рухи за

годинниковою стрілкою. Такі дії сприяють пробудженню загального потоку енергії в організмі.

З усіх п'ять органів чуттів максимальний обсяг інформації дає зір. Водночас він же і зазнає найбільших сенсорних перевантажень, і загалом великих втрат енергії організмом (40% енергії втрачається через очі). Тому Аюрведа радить обмежити перегляд телепередач, читання при слабкому освітленні, читання в транспорті тощо.

Роль смаків в аюрведичному харчуванні неоціненна, і ця тема варта окремого обговорення [4]. В контексті цієї статті доречно лише зазначити: смакові відчуття, їхня повнота і насиченість дуже важливі для збереження й накопичення енергії. Загалом, усім тілесним типам Аюрведа рекомендує вживати чорний перець, імбир, кам'яну сіль, кмин, куркуму, кардамон, корицю, гвоздику, насіння гірчиці. Всі вони мають енергоутворюючі властивості [10].

Аюрведа вважає, що особливо потужний вплив на систему розум-тіло справляє сприйняття запахів. Річ у тім, що нюховий нерв передає отриману інформацію прямо в найглибші ділянки мозку, які керують емоціями та іншими важливими функціями організму. Використання запахів для встановлення фізіологічної рівноваги — це найдавніший розділ класичної Аюрведи [11]. Найкращий спосіб використання запахів — створення потрібного аромату в спальні. Разом з тим ароматерапія сприятливо впливає на нас і в денний час.

Розвиток ароматерапії в Індії розпочався майже 5000 років тому. Ароматні трави спалювали на вівтарях храмів при проведенні релігійних ритуалів. Вважалось, що завдяки цьому можна задобрити богів, вигнати «злих духів». Сьогодні популярність ароматерапії постійно зростає.

Сучасна Аюрведа встановила, що приємні запахи можуть покращити самопочуття, підняти настрій, знизити тиск, сповільнити пульс, а неприємні — викликати нудоту і втрату свідомості.

В історичному творі В. Пікуля «Душистая симфония жизни» є цікавий епізод [12]. За дівчиною упадають двоє хлопців — відомий співак і бідний парфумер. На концерт свого суперника парфумер приносить великий кошик фіалок і ставить його на кришку рояля. Співак починає свою партію і не може взяти жодної високої ноти. Зганьблений, він тікає. Виявляється, парфумер знав, що запах фіалок порушує роботу голосових зв'язок.

І на завершення теми розглянемо ще одне джерело енергії — радість. Одне із дивовижних трактувань традиційної Аюрведи можна висловити фразою: «Розвиток — основна умова радісного життя». Тобто жити — це не просто рухатись, дихати і розмовляти. Це значить знайти духовний зміст в існуванні. Можна відтермінувати біологічну смерть, споживаючи правильні продукти і ведучи здоровий спосіб життя, однак щоб жити в істинному значенні цього слова — необхідні постійний ріст і розвиток. Відчуття мети і прогресу в житті найбільшою мірою сприяє синтезові нейрохімічних сполук, які несуть енергію і життєві сили всій системі розум-тіло. Це і є реальний доступ до отримання динамічної енергії. І такий доступ приходиться з успіхами у спорті, навчанні, значними досягненнями в роботі, при спілкуванні з близькою людиною. Ці миті супроводжуються відчуттями радості, щастя; здається, що

все відбувається без зусиль, а лише шляхом тісної взаємодії з іншими людьми і усім навколишнім світом.

Аюрведа стверджує: найбільш небезпечні генератори стресу в організмі — це три види переживань: заборона, розчарування і сумніви. У християнстві журба — смертний гріх. «Я ніколи не досягну своєї мети», «Мені ніколи не стати щасливим» тощо — такі думки (негативні афірмації) заважають бути щасливими, відчувати радість життя. Найнебезпечніший аспект негативного мислення полягає в тому, що воно неминуче позначається на нейрохімічних процесах організму [13]. Оскільки зв'язок розум-тіло працює постійно, деструктивне мислення рано чи пізно переходить у деструктивний фізичний стан — хронічну втому.

Аюрведа навчає: спосіб подолати песимістичне ставлення до себе полягає в тому, щоб вийти за його межі, використовуючи ту необмежену духовну енергію, яка є у кожного з нас, хоча часто ми про неї забуваємо. Один із найкращих способів — практика дихальної медитації. В класичних книгах з Аюрведи показано її переваги: коли повертаєшся з медитативного простору, залишається відчуття внутрішньої сили і гармонії, яке прийшло під час медитації.

У християнській релігії прототипом медитації є молитви. Релігія навчає, що вони творять чудеса. Може й справді зусилля думки змінює рух електронів, протонів та інших мікрочасточок, від чого наша свідомість змінюється.

Висновки

На всіх етапах розвитку людства перед кожним поставало питання збереження і підтримання здоров'я. Це питання вирішувалось і вирішується двома шляхами: перший пов'язаний з відновленням порушеного здоров'я медикаментозно, а другий ґрунтується на мобілізації природних захисних сил організму. Перший шлях — це вибір європейської медицини, а другий — надбання Сходу, передусім Аюрведи.

Європейська, зокрема українська медицина, розглядає здоров'я як резервну потужність клітин, органів, цілого організму, як стан повного фізичного, розумового і соціального благополуччя. Аюрведа трактує здоров'я як взаємодію трьох складників: фізичного стану, ментальності та духовності в їхньому гармонійному поєднанні.

Європейська медицина не завжди враховує духовний аспект життя; Аюрведа ж переконана, що без нього досягти належного здоров'я неможливо.

Таке розуміння здоров'я з позицій Аюрведи надає великого значення емоційній урівноваженості і фізичному вдосконаленню. Аюрведа пропонує багато різних способів для набуття внутрішнього спокою і здоров'я. Єдність тіла, душі та духу — головна мета цього вчення, досягнувши яке можна відновити істинну гармонію між людиною і навколишнім світом. Цей стан досягається рівновагою всіх елементів життя.

Сьогодні Аюрведа успішно адаптується до умов європейського світу і перетнула кордони України. Використання у вітчизняному науковому просторі аюрведичних принципів профілактики і лікування хвороб є ефектив-

ним, простим і доступним методом оздоровлення нації та подовження тривалості активного життя.

Література

1. Амосов Н.М. Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья. Человек и общество / Н.М. Амосов. — Москва : ООО «АСТ»; Донецк : Сталкер, 2003. — 464 с.
2. Востоков В. Тайны тибетской медицины и восточных целителей / В. Востоков. — Санкт-Петербург : КАРО, 1994. — 304 с.
3. Агниваса Ачария. Введение в Аюрведу / Ачария Агниваса; пер. с англ. — Москва : Профит Стайл, 2011. — 160 с.
4. Фроули Д. Аюрведическая терапия / Д. Фроули; пер. с англ. — 10-е изд. — Москва : Саттва, Профиль, 2015. — 448 с.
5. Аюрведа : руководство по практическим методам / под общ. ред. В.И. Бородкина. — Минск : Вида-Н, 2000. — 267 с.
6. Амосов Н.М. Размышления об обществе, будущем и об Украине / Н.М. Амосов. — Київ : Здоров'я, 2000. — 313 с.
7. Свобода Р. Аюрведа : жизнь, здоровье, долголетие / Р. Свобода; пер. с англ. — Москва : Саттва, 2012. — 304 с.
8. Burke A. Cunha. Chronic Fatigue Syndrome / Burke A. Cunha // Medscape. Infectious Diseases. Articles. Viral Infections / Chief Editor : Stuarте Bronze. Updated : Feb. 16, 2016.
9. Чопра Д. Идеальная энергия [Электронный ресурс] / Дипак Чопра; пер. с англ. — Режим доступа : <http://www.e-puzzle.ru>
10. Лад В. Травы и специи / В. Лад, Д. Фроули; пер. с англ. — 11-е изд. — Москва : Саттва; Профиль, 2015. — 320 с.
11. Левшинов А.А. Энциклопедия : системы оздоровления Востока и Запада / А.А. Левшинов. — Санкт-Петербург : ЕВРОЗНАК, 2004. — 608 с.
12. Пикуль В.С. Душистая симфония жизни [Электронный ресурс] / Валентин Пикуль. — Режим доступа : www.e-reading.club/chapter.php/1001986/0/Pikul_Valentin_-_Dushistaya_simfoniya_zhizni.html
13. Гонський Я.І. Біохімія людини : підручник / Я.І. Гонський, Т.П. Максимчук, М.І. Калинський. — Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.

**PROVISION OF STUDENTS TRAINING ON DISCIPLINES
“SAFETY OF LIFE” AND “CIVIL PROTECTION”
IN THE SYSTEM OF HIGHER EDUCATION IN UKRAINE**

O. Gudovych

Institute of Public Administration in the sphere of civil protection

V. Zayets

National University of Food Technologies

Key words:

Civil protection

Safety

Standards of education

Educational programs

Article history:

Received 02.03.2018

Received in revised form

23.03.2018

Accepted 06.04.2018

Corresponding author:

V. Zayets

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The problematic issues of regulatory and mentoring of students in various educational disciplines such as ‘Safety of life’ and ‘Civil protection’ in the view of new release of law of Ukraine «About higher education» are discussed in the article. The suggestions for improving educational programs at these disciplines and necessity to bring in line educational standards with the legislation in the field of civil protection are provided in this article.

The state of the modern methodical support is also analyzed at a normative discipline ‘Civil protection’. Teaching of this discipline in various higher educational institutions of Ukraine is performed under educational programs made according to the requirements of the ‘Typical on-line tutorial of normative discipline ‘Civil protection’ for higher educational institutions for all specializations with educationally-qualifying levels ‘specialist’, ‘master’s degree’, that were offered and approved on 31.03.2011 by MES of Ukraine [7]. The main goal of this ‘Typical on-line tutorial’ is forming for the students of this category an ability to think creatively, to solve complicated problems of innovative character and professional tasks, considering requirements of CP, industrial and fire safety, to make productive decisions and apply professional skills for providing realization of indicated tasks.

With the aim of effective study of discipline ‘Civil protection’ the content of the ‘Typical program’ also should be revised considering: changes that took place in a normative base, new approaches for regulation of safety in relation to the estimation of risks, planning action measures for the single state system of civil protection, reacting on emergencies and cooperation of state bodies and forces during realization of rescue and salvage operations, development of practical actions for evacuation efforts under organization of events on evacuation and life-support of affected commodities, maintenance, defence of material and cultural values and environment. Learning normative subjects ‘Safety of life’ and ‘Civil protection’ by the students should be performed on the basis of knowledge and skills obtained on previous stages of education [2].

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-15

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У СИСТЕМІ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ З ДИСЦИПЛІН «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ» ТА «ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»

О.Д. Гудович

Інститут державного управління у сфері цивільного захисту

В.А. Заєць

Національний університет харчових технологій

У статті обговорено проблемні питання нормативно-правового та методичного забезпечення з підготовки студентів ЗВО за навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист» у світлі нової редакції Закону України «Про вищу освіту». Висловлені пропозиції щодо удосконалення навчальних програм з цих дисциплін і необхідності приведення у відповідність стандартів освіти із законодавством у сфері цивільного захисту.

Також проаналізовано стан сучасного методичного забезпечення за нормативною дисципліною «Цивільний захист». Викладання даної дисципліни у ЗВО України здійснюється на базі навчальних програм, розроблених згідно з вимогами «Типової навчальної програми нормативної дисципліни «Цивільний захист» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр», що була запропонована та затверджена 31.03.2011 МОН України. Основна мета Типової навчальної програми полягає у формуванні для цієї категорії студентів здатності творчо мислити, вирішувати складні проблеми інноваційного характеру і професійні завдання з урахуванням вимог Цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки, приймати продуктивні рішення та володіти професійними навичками для забезпечення реалізації вказаних завдань.

З метою результативного вивчення дисципліни «Цивільний захист» також необхідно переглянути зміст Типової програми з урахуванням змін, що відбулися в нормативній базі, нових підходів до регулювання безпеки стосовно оцінки ризиків, планування заходів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту, реагування на надзвичайні ситуації та взаємодію під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, відпрацювання практичних дій з організації заходів з евакуації та життєзабезпечення постраждалого населення, збереження, захисту матеріальних і культурних цінностей та навколишнього середовища.

Опанування студентами нормативних навчальних дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист» має реалізуватися на базі знань і умінь, що отримані студентами на попередніх ступенях освіти.

Ключові слова: *цивільний захист, безпека, стандарти освіти, навчальні програми.*

Постановка проблеми. *Право на освіту в Україні гарантується ст. 53 Основного закону України — Конституцією [1]. Згідно із ст. 3 Закону України «Про вищу освіту» [2] формування і реалізація державної політики у сфері*

вищої освіти забезпечуються шляхом розвитку автономії вищих навчальних закладів та академічної свободи учасників освітнього процесу.

Автономія закладів вищої освіти (ЗВО) передбачає самостійність, незалежність і відповідальність ЗВО у прийнятті рішень стосовно розвитку академічних свобод, організації освітнього процесу, наукових досліджень, внутрішнього управління, економічної та іншої діяльності, самостійного добору і розстановки кадрів у межах, встановлених цим Законом. В той же час автономія ЗВО зумовлює необхідність такої самоорганізації та саморегулювання, що є відкритими до критики, служать громадському інтересові, встановленню істини стосовно викликів, які постають перед державою і суспільством, здійснюються прозоро та публічно.

У процесі імплементації Закону України «Про вищу освіту» з метою реалізації «принципу автономності ЗВО» деякими вченими радами ЗВО приймалися «оптимальні» рішення щодо скасування обов'язковості проведення навчання з дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист». Такі рішення сприяють формуванню в освітянському середовищі позиції про нецільність викладання та вивчення у ЗВО дисциплін, що належать до циклу професійної та практичної підготовки з питань безпеки і мають бути дисциплінами обов'язкового вибору.

Негативізм такого підходу до навчання студентів ВНЗ готує умови для формування майбутніх керівників і фахівців національної економіки з низьким рівнем компетентності у сфері техногенної, пожежної та природної безпеки. Втім процес автономізації в питаннях визначення переліку навчальних дисциплін ЗВО призводить не тільки до знищення відповідних дисциплін, але і кафедр, що формують базові основи знань та навичок студентів у сфері цивільної безпеки. Проблемність ситуації полягає в тому, що в процесі імплементації Закону України «Про вищу освіту» відбувається порушення збалансованості структури та обсягу підготовки фахівців з вищою освітою з урахуванням потреб особи, інтересів держави, територіальних громад і роботодавців, зокрема йдеться про набуття знань у сфері цивільної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі питання нормативно-правового й методичного забезпечення навчання населення у сфері цивільного захисту та безпеки життєдіяльності висвітлені у працях таких вітчизняних авторів: П.Б. Волянського, С.І. Осипенка, О.І. Запорожця, Є.Ю. Литвиновського, В.В. Бегуна, В.Ф. Гречанінова, В.А. Шемшура та ін.

Метою статті є обґрунтування необхідності збереження принципу обов'язковості викладання навчальних дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист» для молодших спеціалістів, бакалаврів і магістрів, а також впровадження сучасних форм, методів і змісту навчання, що відповідають вимогам у сфері управління безпекою.

Викладення основних результатів досліджень. Нормативною базою у сфері освітньої діяльності та вищої освіти ЗВО є Конституція України [1], Закон України «Про вищу освіту» [2], Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» [3], Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [4].

Зокрема, зазначеною Постановою Кабінету Міністрів України затверджено та визначено перелік спеціальностей та спеціалізації для всіх ступенів вищої освіти молодшого бакалавра, бакалавра і магістра.

Згідно із ст. 10 чинного Закону України «Про вищу освіту» [2] та відповідно до Національної рамки кваліфікацій [3] центральним органом виконавчої влади у сфері освіти і науки (МОН) розробляються та затверджуються стандарти вищої освіти. Стандартами вищої освіти визначаються сукупність вимог до змісту та результатів освітньої діяльності ЗВО і наукових установ за кожним рівнем вищої освіти в межах кожної спеціальності відповідно з урахуванням пропозицій галузевих державних органів, до сфери управління яких належать ЗВО, і галузевих об'єднань організацій роботодавців, та за погодженням з Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти.

Набуття професійних компетентностей випускником тієї чи іншої освітньої програми визначається здатністю цієї особи успішно в подальшому здійснювати професійну та навчальну діяльність, що і є результатом навчання на певному ступені вищої освіти. Разом з тим чинним законодавством у сфері цивільного захисту [5] визначено, що навчально-методичне забезпечення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюються ДСНС України разом з МОН, а відповідне навчання студентів під час здобуття того чи іншого освітнього рівня проводяться у навчальних закладах системи освіти.

Згідно зі ст. 39 Кодексу цивільного захисту України стандартами професійної і вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту, що здійснюється за місцем навчання. Організація навчання студентів діям у надзвичайних ситуаціях покладається на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує та реалізує державну політику у сфері освіти і науки [5]. Порядок здійснення навчання студентів діям у надзвичайних ситуаціях [6] здійснюється за нормативними навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист», що, відповідно, передбачають:

- формування у студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра, знань, умінь та навичок щодо забезпечення необхідного рівня безпеки у надзвичайних ситуаціях відповідно до майбутнього профілю роботи, галузевих норм і правил;

- формування у студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста або магістра, умінь з превентивного і аварійного планування та управління заходами цивільного захисту.

Навчання студентів діям у надзвичайних ситуаціях згідно з цим Порядком покладено на МОН України, що забезпечує державну політику у сфері освіти і науки і, зокрема, розробляє та затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних факторів надзвичайних ситуацій.

Отже, стратегічним завданням системи освіти в контексті її відповідальності за безпеку і життєздатність соціальної спільноти, формування ноксологічного (безпекового) мислення у студентів є набуття базових знань у сфері цивільного захисту, безпеки життєдіяльності та охорони праці, оскільки в перспективі майбутні випускники ЗВО мають взяти на себе обов'язки й відповідальність за стан техногенної, екологічної та пожежної безпеки як особи,

що придуть на посади керівників і їх заступників, фахівців підприємств, установ та організацій відповідних галузей економіки. Зокрема, значна кількість підприємств харчової і переробної промисловості у технологічних процесах використовують небезпечні хімічні речовини (аміак, хлор, мінеральні кислоти тощо). Харчова промисловість об'єднує десятки галузей, що виробляють продукти харчування. Основними галузями харчової промисловості в Україні є цукрова, олійно-жирова, борошномельно-круп'яна, м'ясна, молочна.

Джерелами потенційної небезпеки цих підприємств є холодильні установки, газове господарство, автозаправні станції, склади балонів з киснем і пропан-бутаном, цехи сушіння сировини, склади готової продукції тощо. Під час виробництва, переробки, зберігання продукції у технологічному обладнанні борошномельних, тютюнових, цукрових, спиртових та інших галузей відбувається утворення пожежонебезпечного або вибухопожежонебезпечного середовища (осередків пилоповітряних і пароповітряних сумішей горючих речовин, що можуть стати причинами виникнення вибухів, пожеж та аварій).

Вивчення начальної дисципліни «Цивільний захист» передбачає засвоєння студентами новітніх теорій, методів і технологій з прогнозування надзвичайних ситуацій, побудови моделей їх розвитку, визначення рівня ризиків та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на відвернення можливості виникнення надзвичайних ситуацій, захисту населення, матеріальних і культурних цінностей в умовах надзвичайних ситуацій, локалізації та ліквідації їх наслідків.

Освоївши програму навчальної дисципліни «Цивільний захист», майбутні фахівці мають оволодіти такими професійними компетенціями:

Загальнокультурними компетенціями, що охоплюють:

- вміння визначити коло своїх обов'язків за напрямом професійної діяльності з урахуванням завдань з цивільного захисту;
- знання методів та інструментарію моніторингу надзвичайних ситуацій, побудови моделей (сценаріїв) їх розвитку та оцінки їх соціально-економічних наслідків;
- здатність приймати рішення з питань цивільного захисту в межах своїх повноважень;
- відповідальність за несвоєчасно або невірне рішення, що призвело до значних матеріальних і людських втрат, важких наслідків від надзвичайних ситуацій;

2. Професійними компетенціями за видом діяльності, що охоплюють:

- проведення ідентифікації, дослідження умов виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій та забезпечення скоординованих дій щодо їх запобігання на об'єктах господарювання відповідно до своїх професійних обов'язків;
- обрання і застосування методик з прогнозування та оцінки обстановки в зоні надзвичайної ситуації, розрахунку параметрів уражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій, що контролюються і використовуються для прогнозування, визначення складу сил, засобів і ресурсів для подолання наслідків надзвичайних ситуацій;

- розуміння, розробку і впровадження превентивних та оперативних (аварійних) заходів цивільного захисту;
- інтерпретування новітніх досягнень в теорії та практиці управління безпекою у надзвичайних ситуаціях;
- забезпечення якісного навчання працівників суб'єктів господарювання з питань цивільного захисту, надання їм допомоги та консультацій з практичних питань щодо захисту від небезпечних факторів надзвичайних ситуацій;
- оцінювання стану готовності формувань цивільного захисту до роботи в умовах загрози і виникнення надзвичайних ситуацій за встановленими критеріями та показниками.

Програма навчальної дисципліни «Цивільний захист» складається з двох розділів — «Загальна підготовка» і «Профільна підготовка». Аналіз структури та змісту Типової програми з навчальної дисципліни «Цивільний захист» з урахуванням відведеного на неї часу (кредит ECTS — 30 навчальних годин) свідчить про те, що така програма більш адаптована для підготовки та підвищенні кваліфікації фахівців за спеціальністю «Цивільний захист». Зокрема, питання опанування методик розрахунків параметрів небезпечних факторів та прогнозування надзвичайних ситуацій, їх професійної оцінки є фаховими і детально вивчаються та відпрацьовуються на практиці в організаціях та навчальних закладах, де навчання студентів є основним напрямом їх підготовки або стосується їх безпосередньої подальшої діяльності. У зв'язку з обмеженою кількістю годин відповідна тематика Типової програми повинна мати тільки ознайомчий характер. На сьогодні вимоги до Типової програми дисципліни «Цивільний захист» потребують більш конкретних і реальних підстав для розробки робочих програм, що б передбачали найголовніші питання в умовах обмеженого часу на її викладання. Особливо це стосується питань визначення основних завдань, прав і обов'язків, відповідальності майбутніх фахівців та посадових осіб керівної ланки в умовах надзвичайних ситуацій техногенного й природного характеру та в особливий період [6; 8].

У сучасних умовах застосування складних і небезпечних технологій, значного техногенного та природного навантаження навчання студентів ЗВО стає частиною загального процесу підвищення рівня безпеки та елементом управління безпекою. Важливим завданням у цій сфері діяльності є розробка освітніх стандартів для навчання майбутніх фахівців усіх небезпечних галузей виробництва національної економіки.

Безпека людини стає базовою складовою «сталого людського розвитку», тому формування компетентності у сфері визначення небезпек та адекватного реагування на них, створення безпечного середовища проживання є важливим показником якості освіти, в тому числі стандарту освіти, в частині забезпечення пріоритетів «безпеки життєдіяльності та цивільного захисту» [9].

Отже, зміст навчальних програм має бути стандартизований за галузевими напрямами і погоджений з роботодавцями. У стандартах освіти мають бути передбачені всі компетенції з безпеки, яких має набути майбутній фахівець. Незалежно від профілю ЗВО освіта з безпеки має здійснюватися у такій послідовності:

1. Ризики в побуті та на виробництві — 1 курс.
2. Методи аналізу ризиків — 2 курс.
3. Управління ризиками в галузі — 3 курс.
4. Цивільний захист і державний контроль з безпеки — 4 курс

Нормування освіти з безпеки забезпечить:

- єдність методологічних підходів до вищої освіти з безпеки у ЗВО, урахування значущості всіх наслідків соціально-економічного, природно-ресурсного, екологічного та іншого характеру, що можуть бути спричинені очікуваними НС техногенного і природного характеру;
- визначення особливостей виробничої діяльності суб'єктів господарювання, техногенного навантаження територій, природно-кліматичних умов;
- галузеву і територіальну диференціацію нормативів ризиків;
- урахування всіх факторів, що впливають на рівень ризиків, пов'язаних із розміщенням, будівництвом та експлуатацією потенційно небезпечних об'єктів, створенням нової техніки, впровадженням сучасних технологій і матеріалів;
- періодичне коригування навчальних програм і стандартів освіти.

Висновки

1. Основою нормативної бази освіти з безпеки повинні стати стандарти освіти з безпеки, що мають бути розроблені та впроваджені відповідно до статей 39 та 41 Кодексу ЦЗ України [5], пунктів 20 та 23 постанови Кабінету Міністрів [6], Закону України про вищу освіту [2].

2. Згідно із законодавством у сфері ЦЗ [5; 6] вважаємо за необхідне привести у відповідність до нього основні завдання в «Положенні про функціональну підсистему навчання дітей дошкільного віку, учнів і студентів діям у надзвичайних ситуаціях (з питань безпеки життєдіяльності) ЄДСЦЗ» [10] та стандарти освіти з безпеки [2] стосовно набуття студентами знань у сфері цивільного захисту й безпеки життєдіяльності за навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист».

Література

1. Конституція України [Електронний ресурс] : Закон України від 28.06.1996 № 254к_96-ВР. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80/page2>.
2. Про вищу освіту Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/shows/1556-18>.
3. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій: постанова Кабінету Міністрів України від 23.11. 2011 № 1341: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/shows/1341-2011-%D0%BF>.
4. Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 № 266: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/shows/266-2015-%D0%BF>.
5. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-ві [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua>.
6. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях: постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF>.

7. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Цивільний захист» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст», «магістр»: затв. Заступником Міністра освіти і науки України Жебровським Б.М. 31.03.2011 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://vzvo.gov.ua/.../208-atypical-curriculum-regulatory-d>.

8. Про затвердження Порядку підготовки до дій за призначенням органів управління та сил цивільного захисту: постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013р. № 443: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/443-2013-%D0%BF>.

9. *Літвиновський Є.Ю.* Теоретичні та організаційно-методичні засади проектування освітньої діяльності навчально-методичних установ цивільного захисту: монографія (з електрон. дод.) / Є.Ю. Літвиновський, В.В. Бегун, С.В. Гелдаш та ін. — вид. 2, переробл. — Львів : КП «Палітурник», 2017. — 230 с.

10. Про затвердження Положенням про функціональну підсистему навчання дітей дошкільного віку, учнів та студентів діям у надзвичайних ситуаціях (з питань безпеки життєдіяльності) ЄДСЦЗ: наказ МОН від 21.11.2016 № 1400: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1623-16>.

DYNAMIC PARAMETERS OF ANAEROBIC PROCESSES

A. Sokolenko, O. Shevchenko, I. Maksymenko, O. Stepanets

National University of Food Technologies

Key words:

Anaerobic fermentation
Saturation
Mass transfer
Solubility
Gas
Pressure

Article history:

Received 01.03.2018
Received in revised form
21.03.2018
Accepted 03.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article presents the results of investigations of the influence of the relations of geometric parameters of the liquid and gas phases on the dynamics of parameters of anaerobic fermentation. It allows to assess the prospects of using internal energy resources, improving and creating new technologies.

Phenomenological generalizations of theoretical positions that are in accordance with the laws of Archimedes, Henry, Pascal and the principle of superposition were used in the study for determining the motive factors and factors of resistance in the processes of saturation and desaturation of culture media. On the basis of the material balance, the possibility of evaluating the relations of the two material flows of CO₂ synthesized in the process of anaerobic fermentation is shown. The first one relates to the dissolved carbon dioxide in the liquid phase, and the second one is formed in a sealed, ingenious volume. The relationship between the pressure of the gas phase in the ingenious volume and the amount of dissolved CO₂ corresponds to Henry's law, as well as the solubility associated with hydrostatic pressure.

The mathematical formalisations in the reflection of the pressures and influences on them of the relations of geometric parameters, the results of calculations and their graphical interpretations, from which there is a noticeable and important possibility of redistribution between the specified flows of CO₂ are shown. The latter is the basis for creating the energy potential of dissolved CO₂ in the liquid phase and simultaneously limiting the energy potential in the gas phase of the ingenious volume. The proposed mathematical models, related to the dynamics of reducing the concentrations of dissolved sugars relate to self-priming fermentation processes and allow us to move to estimating the energy potentials of circulatory circuits. It is shown that the energy potential of the latter in the form of CO₂ pressures is proposed to be used in desaturation modes with the subsequent transfer of the liquid phase to the unsaturated state due to the forced increase of pressure in the gas phase to activate fermentation processes with a decrease in the mass transfer resistance at the interface between the surfaces of the yeast cells and the liquid phase.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-16

ДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСІВ АНАЕРОБНОГО БРОДІННЯ

А.І. Соколенко, О.Ю. Шевченко, І. Максименко, О.І. Степанець
Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень впливів співвідношень геометричних параметрів рідинної і газової фаз на динаміку параметрів анаеробного бродіння, що дає змогу оцінювати перспективи використання внутрішніх енергетичних ресурсів, удосконалення і створення нових технологій.

У дослідженні використовувалися феноменологічні узагальнення теоретичних положень, що відповідають законам Архімеда, Генрі, Паскаля і принципу суперпозиції для визначення рушійних факторів і факторів опору в процесах сатурації та десатурації культуральних середовищ. На основі матеріального балансу доведена можливість оцінки співвідношень двох матеріальних потоків синтезованого в процесах анаеробного бродіння CO_2 . Перший з них стосується розчиненого в рідинній фазі діоксиду вуглецю, а другий формується в герметизованому надрідинному об'ємі. Взаємозв'язок між тиском газової фази в надрідинному об'ємі і кількістю розчиненого CO_2 відповідає закону Генрі, якому також відповідає розчинність, пов'язана з гідростатичним тиском.

Показано математичні формалізації у відображенні тисків та впливів на них співвідношень геометричних параметрів, результати розрахунків і їхні графічні інтерпретації, які підтверджують можливість перерозподілу між вказаними потоками CO_2 . Останнє є підґрунтям створення енергетичного потенціалу розчиненого CO_2 в рідинній фазі й одночасного обмеження енергетичного потенціалу в газовій фазі надрідинного об'єму. Запропоновані математичні моделі, пов'язані з динамікою зменшення концентрацій розчинених цукрів, стосуються самопливних процесів бродіння і дають змогу перейти до оцінок енергетичних потенціалів циркуляційних контурів. Енергетичний потенціал останніх у формі тисків CO_2 пропонується використовувати в режимах десатурації з подальшим переведенням рідинної фази в ненасичений стан за рахунок примусового збільшення тиску в газовій фазі для активації процесів бродіння зі зменшенням опору масопередачі на границі поділу поверхонь дріжджових клітин і рідинної фази.

Ключові слова: анаеробне бродіння, сатурація, масообмін, розчинність, газ, тиск.

Постановка проблеми. Динаміка процесів спиртового бродіння за своїми показниками розрахована на кінцевий результат з накопиченням етилового спирту на рівні 8...10% мас. Відповідно до цього показника визначається початкова концентрація зброджуваних цукрів. Нецільовим компонентом бродіння є діоксид вуглецю за законом Гей-Люссака в перебігу двох етапів.

На першому з них відбувається накопичення розчиненого CO_2 до стану насичення за законом Генрі, що регламентується параметрами температури і тиску. На другому етапі відбувається утворення диспергованої газової фази, що призводить до виникнення циркуляційних контурів з утворенням енергетичних потенціалів газорідних середовищ.

Залежно від кінцевої мети процесів бродіння використовуються герметичні та негерметичні апарати [1; 2]. Вказана герметизація відповідає випадкам, за яких цільовими компонентами є спирт і вуглекислий газ. У режимах зброджування пивного суслу забезпечуються кінцеві концентрації CO_2 4...5 г/л, а в технологіях виробництва шампанських вин вони доводяться до 10 г/л. Такі концентрації діоксиду вуглецю досягаються за рахунок підвищених тисків у бродильних апаратах, тоді як при виробництві етилового спирту або в первинному виноробстві CO_2 не є метою цих технологій.

Проте особливості організації процесів анаеробного й аеробного бродіння були і залишаються в сфері наукових та практичних інтересів, у зв'язку з чим накопичена значна інформація про перебіг і результати бродіння за тисків, менших за атмосферні і більших за них [3—7].

При цьому в останньому випадку тиски в зброджуваних середовищах могли б помітно перевищувати потреби насичення середовищ на CO_2 [8; 9].

Важливим наслідком процесів анаеробного бродіння є відмінність розчинностей синтезованих спирту і діоксиду вуглецю у водному середовищі. Показник розчинності етилового спирту у воді обмежень не має, тоді як цей показник діоксиду вуглецю має чіткі обмеження за температурами й тисками. Останнє означає, що від моменту досягнення стану насичення рідинної фази діоксидом вуглецю опір масопередачі від клітин дріжджів до середовища досягає свого максимуму, що супроводжується обмеженням або навіть припиненням бродіння [8].

Отже, мають місце дві складові впливу на загальний результат анаеробного бродіння, а саме: розчинений спирт і розчинений діоксид вуглецю. Оскільки обидва компоненти утворюються в ендогенних процесах, то їх успішний перебіг можливий лише за сприятливих умов масообміну між мікроорганізмами і середовищем. Зростання концентрацій спирту і діоксиду вуглецю призводить до їх сумарного впливу на дріжджі у формі осмотичного тиску. За їх близьких молекулярних мас (46 і 44 одиниці відповідно) обмеження розчинності CO_2 (при концентраціях спирту в культуральних середовищах до 8...10%) осмотичні тиски $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ більші на порядок. Однак фізичний стан насичення середовища на CO_2 є визначальним в обмеженні рівнів масопередачі. Від початку бродіння осмотичні складові тисків діоксиду вуглецю і спирту близькі, проте за досягнення стану насичення ситуація різко змінюється [9—11].

Разом з тим самоплинний процес бродіння продовжується з утворенням диспергованої в середовищі газової фази, яка видаляється в надрідинний об'єм. За випадку його герметичного стану створюються умови зростання тиску в системі, що поновлює показники розчинності CO_2 , і чим менші надрідинні об'єми, тим динамічнішим є зростання сталих насичення.

Однак у наведених міркуваннях є певна суперечність, яка полягає в тому, що диспергована газова фаза утворюється за умови насичення рідинної фази на CO_2 , проте останнє має обмежити або припинити масообмін на поверхнях поділу фаз. Пояснити таку розбіжність можна впливом двох чинників на розчинність діоксиду вуглецю. Перший з них — це тиск газової фази в надрідинному об'ємі, а у випадку негерметичного апарата — це атмосферний тиск. Другим чинником виступає гідростатичний тиск. Зміна його по висоті рідинної фази є причиною створення концентраційного градієнта. Постійне перенесення рідинної фази з мікроорганізмами в циркуляційних контурах приводить до неперервних переміщень потоків у зони обмеженої і підвищеної розчинності. Це означає існування локальних зон десатурації і, навпаки, сатурації рідинної фази.

Така позитивна роль гідростатичних тисків у поєднанні з циркуляційними контурами доповнюється температурною нерівномірністю, оскільки системи охолодження середовищ також є локальними і зниження температур в них підвищує розчинність CO_2 .

Наявність самопливних процесів сатурації і десатурації середовищ у локальних зонах певним чином обмежує негативні впливи насичення рідинної фази на CO_2 , однак такі обмеження пов'язані з інтенсивністю синтезу діоксиду вуглецю, газоутримувальною здатністю, гідродинамічним станом середовищ, геометрією апаратів, нерівномірністю полів температур тощо.

Мета дослідження: створення математичної формалізації наявних взаємозв'язків між вказаними параметрами, що є перспективним напрямком у пошуку шляхів удосконалення технологій анаеробного зброджування цукровмісних середовищ.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження обрано газорідинні середовища анаеробних технологій із самопливним генеруванням розчиненої і диспергованої газової фази. Для вирішення задачі оцінки динамічних параметрів таких систем використано закономірності, що відповідають законам Гей-Люссака, Генрі та Архімеда. Створення математичних формалізацій процесів здійснювалося з урахуванням принципів суперпозиції та Ле Шательє.

Викладення основних результатів дослідження. До переліку параметрів впливу на систему відносяться: $V_{г.р.}$ — об'єм газорідинного середовища, м^3 ; $V_{г.}$ — об'єм газової фази в надрідинному об'ємі, м^3 ; $P_{г.}$ — тиск газової фази в надрідинному об'ємі, Па; $M_{г.}$ — маса CO_2 в надрідинному об'ємі, кг; $R = 189 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ — газова стала; T — абсолютна температура газорідинного середовища, К; $M_{р.г.}$ — маса розчиненого CO_2 , кг; k — константа Генрі, $\text{кг}/(\text{м}^3\cdot\text{Па})$; $c_n(y)$ — стала насичення, як функція координати, $\text{кг}/\text{м}^3$; $M_{\text{синт.}}$ — синтезована в процесі маса CO_2 , кг; $M_{г.(п)}$ — початкова маса CO_2 в надрідинному об'ємі, кг.

На рис. 1 наведено розрахункову схему з введенням висотної координати у з відліком від точки O , яка відповідає висоті $H_{\text{рід.}}$ набору рідинної фази. За таких умов досягається можливість відліку гідростатичного тиску.

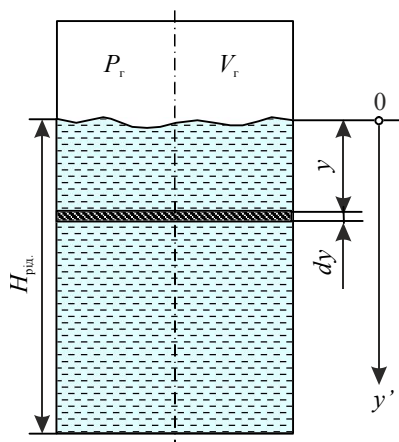


Рис. 1. Розрахункова схема до визначення параметрів

Зростання фізичного тиску CO_2 в надрідинному об'ємі синхронізується з його синтезом в процесі бродіння і відображується залежністю:

$$P_r = \frac{M_r RT}{V_r}, \text{ Па.} \quad (1)$$

У плинному часі маса M_r визначається сумою початкової маси $M_{r(n)}$ і додатково синтезованої маси ΔM_r , що перейшла в газовий об'єм:

$$M_r = M_{r(n)} + \Delta M_r, \text{ кг.} \quad (2)$$

При цьому ΔM_r складає різницю між синтезованою масою CO_2 $M_{\text{синт.}}$ і масою розчиненого газу $M_{\text{р.г.}}$:

$$\Delta M_r = M_{\text{синт.}} - M_{\text{р.г.}}, \text{ кг.} \quad (3)$$

Маса розчиненого газу пов'язана з показником сталої насичення і геометрією апарата, що відображується залежністю:

$$c_n(y) = k(P_r + \rho g y), \text{ кг/м}^3, \quad (4)$$

де ρ і g — відповідно, питома маса рідинної фази (кг/м^3) і прискорення вільного падіння (м/с^2), а комплекс $\rho g y$ — гідростатичний тиск, що відповідає координаті y .

Оскільки об'єм елементарного шару за площі поперечного перерізу F становить значення $F dy$, то елементарна маса розчиненого газу визначається залежністю:

$$dM_{\text{р.г.}} = k(P_r + \rho g y) F dy. \quad (5)$$

Тоді для повного об'єму рідинної фази маємо:

$$M_{\text{р.г.}} = \int_0^{H_{\text{рід.}}} dM_{\text{р.г.}} = \int_0^{H_{\text{рід.}}} (kP_r F + k\rho g F y) dt = kP_r F H_{\text{рід.}} + k\rho g F \frac{H_{\text{рід.}}^2}{2}. \quad (6)$$

Одержана умова (6) підтверджує сформульовані попередньо зазначені висновки про вплив на систему факторів фізичного і гідростатичного тисків, геометричних параметрів та фізичних характеристики газової і рідинної фаз.

Поєднання умов (3) і (6) дає змогу записати:

$$\Delta M_{\Gamma} = M_{\text{синт.}} - kP_{\Gamma}FH - k\rho gF \frac{H^2}{2}. \quad (7)$$

Тоді проміжним результатом запишемо:

$$P_{\Gamma} = \frac{\left(M_{\Gamma(\text{п})} + M_{\text{синт.}} - kP_{\Gamma}FH - k\rho gF \frac{H^2}{2} \right) RT}{V_{\Gamma}}, \quad (8)$$

а остаточний результат приводимо до виду:

$$P_{\Gamma} = \frac{\left(\rho_{\Gamma}V_{\Gamma} + M_{\text{синт.}} - k\rho gF \frac{H^2}{2} \right) RT}{V_{\Gamma} + kFHRT}, \quad (9)$$

де ρ_{Γ} — питома маса CO_2 , кг/м^3 .

Масу синтезованого діоксиду вуглецю визначимо як похідну від кількості зброженого цукру $M_{\text{ц.}}$ на основі рівняння Гей-Люссака:

$$M_{\text{синт.}} = M_{\text{ц.}} \frac{88}{180} = 0,489M_{\text{ц.}}. \quad (10)$$

Підстановка значення маси синтезованого CO_2 в умову (9) дає змогу записати:

$$P_{\Gamma} = \frac{\left(\rho_{\Gamma}V_{\Gamma} + 0,489M_{\text{ц.}} - k\rho gF \frac{H^2}{2} \right) RT}{V_{\Gamma} + kFHRT}. \quad (11)$$

Одержана умова (11) дає можливість оцінювати впливи співвідношень геометричних параметрів на загальний результат, оскільки об'єм рідинної фази $V_{\text{рід.}}$ складає:

$$V_{\text{рід.}} = FH. \quad (12)$$

Тоді

$$P_{\Gamma} = \frac{\left(\rho_{\Gamma}V_{\Gamma} + 0,489M_{\text{ц.}} - kV_{\text{рід.}}\rho g \frac{H}{2} \right) RT}{V_{\Gamma} + kV_{\text{рід.}}RT}. \quad (13)$$

З (13) видно, що за інших рівних умов збільшення висоти рідинного шару збільшує загальну кількість розчиненого вуглецю і концентраційний градієнт:

$$\text{grad}(\text{CO}_2) = \frac{c_{\text{н}}(y=H) - c_{\text{н}}(y=0)}{H}. \quad (14)$$

Збільшення різниці значень сталої насичення c_n означає зростання ефективності у фазах десатурації рідинної фази на висхідних ділянках циркуляційних контурів і сатурації на опускних ділянках у зв'язку зі зростанням гідростатичних тисків.

В умові (8) наявні дві складові, які відображують кількість розчиненого діоксиду вуглецю. Складовій, що відповідає тиску в газовій фазі P_r , еквівалентна кількість становить добуток kP_rFH , а складовій по гідростатичному тиску — $k\rho gFH^2/2$. Для умови досягнення рівних впливів прирівняємо ці складові і тоді:

$$kP_rFH = k\rho gFH^2/2; H = 2P_r/\rho g. \quad (15)$$

Збільшення висоти рідинного шару за межі залежності (15) призведе до перерозподілу впливу на користь гідростатичного тиску. Результати розрахунків наведені в таблиці і на рис. 2, 3 та 4 за значень параметрів $\rho_r = 1,96 \text{ кг/м}^3$; $V_{\text{рід.}} = 1 \text{ м}^3$; $\rho_p = 1000 \text{ кг/м}^3$; $T = 303 \text{ К}$; $V_r = 0,1; 1,0 \text{ м}^3$; $M_{\text{ц.}} = 10\text{—}130 \text{ кг}$. Вони вказують на те, що динаміка зростання тиску в обмеженому газовому об'ємі суттєво переважає і ця перевага реалізується у збільшенні розчинності CO_2 в рідинній фазі.

Таблиця. Розрахункові значення параметрів

Параметри	Маса збродженого цукру, кг						
	10	30	50	70	90	110	130
При $V_r = 0,1 \text{ м}^3$							
P_r , МПа	0,303	0,894	1,473	2,076	2,26	3,2	3,75
c_n , кг/м ³	4,48	13,22	21,8	30,72	39	47,79	57
M_r , кг	0,4	1,56	2,57	3,62	4,5	5,69	7,05
При $V_r = 1,0 \text{ м}^3$							
P_r , МПа	0,21	0,513	0,81	1,12	1,422	1,73	2,02
c_n , кг/м ³	3,11	7,59	11,91	16,56	21,01	25,5	3,07
M_r , кг	3,67	8,96	14,14	19,52	24,83	30,13	35,5

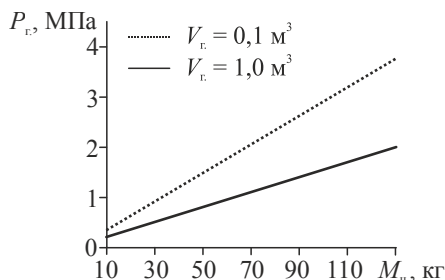


Рис. 2. Графіки залежності тиску в газовому надрідинному об'ємі від кількості збродженого цукру

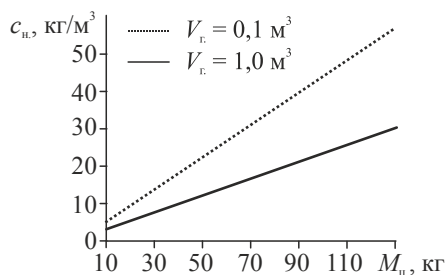


Рис. 3. Графіки залежності концентрації розчиненого діоксиду вуглецю в рідинній фазі від кількості зброженого цукру

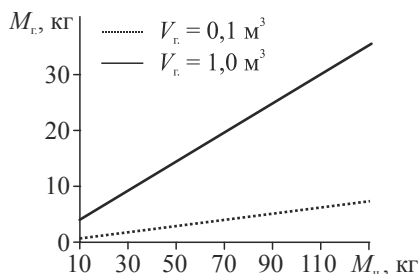


Рис. 4. Графік залежності вмісту діоксиду вуглецю в газовій фазі від кількості зброженого цукру

Має місце виконання матеріального балансу, оскільки синтезований CO_2 представлено складовими у формі газової фази і у формі розчиненого газу. Обмежений газовий об'єм $V_g = 0,1 \text{ м}^3$ супроводжується значною перевагою у кількості розчиненого CO_2 в рідинній фазі, що означає підвищений енергетичний потенціал останньої, який може бути використаним для інтенсифікації бродіння за рахунок змінних тисків в об'ємі газової фази та створення умов організованої циркуляції газорідинного середовища.

Висновки

Умові (15) відповідають тиски газової фази більші, менші або рівні атмосферному і теоретично навіть наближені до нуля. В останньому випадку розчинність CO_2 визначатиметься тільки гідростатичним тиском. Це означає практичну неможливість реалізувати процеси анаеробного бродіння в умовах поглибленого вакуумування в сучасних технологічних апаратах. Поглиблена десатурація (деаерація) середовищ можлива за обмеження обох чинників впливу на розчинність газів, а саме: тисків у газовій фазі і гідростатичних тисків. Зазначені режими можуть бути реалізованими в умовах вільного падіння диспергованої газової фази у вакуумній камері, однак такі процеси лежать за межами цього дослідження.

Наведені теоретичні узагальнення стосуються самопливних процесів бродіння і ролі циркуляційних контурів у створенні локальних зон сатурації і десатурації рідинної фази. Особливості існування таких процесів за теоретичну базу мають закони Гей-Люссак, Паскаля, Генрі та Архімеда.

Підвищення тисків в об'ємі газової фази призводить до зростання розчинності CO₂ в рідинній фазі та її внутрішнього енергетичного потенціалу.

Література

1. *Кунце В.* Технология солода и пива. — Санкт-Петербург : Профессия, 2001. — 912 с.
2. *Ковалевский К.А.* Технология вина и оборудование винодельческих предприятий / К.А. Ковалевский, Н.И. Ксенжук, Г.Ф. Слезко. — Херсон : Херсонский государственный технический университет, 2004. — 516 с.
3. *Шиян П.Л.* Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійничук. — Київ : ВД Асканія, 2009. — 424 с.
4. *Barríos-González J.* 2012. Solid-state fermentation: |Physiology of solid medium, its molecular basis and applications. *Process Biochem.* 47: 175—185.
5. *Brányik, T., Silva, D. P., Baszczynski, M., Lehnert R. and Almeida e Silva, J.B.* 2012. A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. *J. Food Eng.* 108: 493—506.
6. *Anderson T.M.* (2009), *Industrial Fermentation Processes*, *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), P. 349—361.
7. *Adrian-Eugen Ciobla, Ioana Ionel* (2011) Experimental approach regarding the degradation process for different biomass types using the anaerobic fermentation, *Buletinul institutului politehnic din iași, Publicat de Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași, Tomul LVII (LXI), Fasc. 6.* 2011.
8. Osmotic pressure in the fermentation media technologies / A. Sokolenko, O. Shevchenko, I. Maksymenko and other // *Ukrainian Food Journal.* — 2017. — Volume 6. — Issue 1. — P. 134—140.
9. Енергоматеріальні трансформації в бродильних технологіях / О.Ю. Шевченко, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський та ін. // *Наукові праці Національного університету харчових технологій.* — 2017. — Том 23. — № 4. — С. 89—96.
10. *Шевченко О.Ю.* Особливості трансформацій матеріальних і енергетичних потоків у бродильних середовищах / О.Ю. Шевченко, О.І. Вінніченко, О.І. Степанець та ін. // *Наукові праці Національного університету харчових технологій.* — 2017. — Том 23. — № 3. — С. 107—115.
11. *Шевченко О.Ю.* Генерування енергетичних імпульсів у середовищах бродильних апаратів / О.Ю. Шевченко, А.І. Соколенко, В.С. Костюк // *Наукові праці Національного університету харчових технологій.* — 2017. — Том 23. — № 5. — Ч. 1. — С. 65—71.

THE APPROXIMATE ESTIMATION OF THE EXPIRATION DATE OF FROZEN FOOD

D. Sinat-Radchenko, M. Maslikov

National University of Food Technologies

Key words:

Frozen food
Storage time
Storage temperature
Storage time ratio

Article history:

Received 02.03.2018
Received in revised form
20.03.2018
Accepted 05.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Modern refrigeration technologies for food products involve the creation of a “cold chain” to provide a continuous effect of cold on the product from production to storage. During the design of this chain it is necessary for each of its components (procurement refrigerators, industrial refrigerators, distribution refrigerators, transport refrigerators, trade refrigerators, domestic refrigerators and refrigeration transport) to provide storage conditions which would ensure the acceptable quality of the product with minimal losses at a minimum cost of money. The most important regulated parameter for frozen food storing is the storage temperature (t_{st}). It is known that its decreasing leads to the increasing of the expiration date (τ_{st}), but decreasing of this temperature to eutectic ($-70...-80^{\circ}\text{C}$) is inappropriate, when only the strongest-bound water in proteins stays unfrozen, because of the large energy consumption for freezing, further storage and defrosting of the product. The dependences between temperature and possible expiration date are complex and different for different food products because of the various processes that occur. The question about dependence of the expiration date on storage temperature with still preserving a satisfactory consumer product in world practice is known as “Time — Temperature Tolerance problem” or “T — T T problem”.

Existing methods of determining the terms and temperatures of food storage are analyzed in this article. Simplified formulas for the approximate estimation of the expiration date of frozen food products, determination of the ratio of these terms at different storage temperatures, and the choice of optimal storage temperature during the given period are proposed. These formulas can be used during refrigerators operation and designing of the refrigeration chain for food products. Examples of these calculations are given.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-17

НАБЛИЖЕНА ОЦІНКА ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Д.С. Сінат-Радченко, М.М. Масліков

Національний університет харчових технологій

Сучасні технології холодильного оброблення харчових продуктів передбачують створення так званого холодильного ланцюга, щоб забезпечувати без-

перервний вплив холоду на продукт від вироблення до зберігання у споживача. Під час проектування такого ланцюга необхідно для кожної його ланки (заготівельні, виробничі, розподільчі, транспортні, торговельні, побутові холодильники, а також холодильний транспорт) передбачити умови зберігання, які б забезпечили прийнятну якість продукту з мінімальними втратами за мінімальних затрат коштів. Найважливішим регульованим параметром під час зберігання заморожених харчових продуктів є температура зберігання (t_{36}). Відомо, що її зниження приводить до зростання терміну зберігання (τ_{36}), але знижувати t_{36} до евтектичної ($-70...-80^{\circ}\text{C}$), коли невимороженою лишається лише найміцніше зв'язана з білками вода, недоцільно через занадто великі енерговитрати на заморожування, подальше зберігання та розморожування продукту. Залежності між температурою та можливим терміном зберігання складні і різні для різних харчових продуктів через різні процеси, що у них відбуваються. Питання про залежність терміну зберігання від температури за збереження прийнятної якості продукту у світовій практиці називають проблемою трьох T: Time — Temperature Tolerance.

У статті проаналізовано існуючі способи визначення термінів і температур зберігання харчових продуктів, запропоновано спрощені формули для наближеного оцінювання термінів зберігання заморожених харчових продуктів, визначення співвідношення цих термінів при різних температурах зберігання, вибору оптимальної температури зберігання за заданого його терміну. Ці формули можуть бути використані під час експлуатації холодильників і проектування холодильного ланцюга для харчових продуктів. Наведено приклади зазначених розрахунків.

Ключові слова: заморожені продукти, температура зберігання, термін зберігання, співвідношення термінів.

Постановка проблеми. Холодильне зберігання є найпоширенішим способом зберігання харчових продуктів. Зараз, крім продуктів тваринництва, широко заморожують овочеві суміші, плоди і ягоди, напівфабрикати і кулінарні вироби. Швидкозаморожені продукти та напівфабрикати скорочують втрати найважливіших біологічно цінних компонентів і суттєво зменшують витрати домашньої праці. Сучасні технології холодильного оброблення харчових продуктів передбачають створення холодильного ланцюга — забезпечувати безперервний вплив холоду на продукт від вироблення до зберігання у споживача. Під час проектування такого ланцюга необхідно для кожної його ланки (заготівельні, виробничі, транспортні, торговельні, побутові холодильники, а також холодильний транспорт) передбачити умови зберігання, які б забезпечили прийнятну якість продукту з мінімальними втратами за мінімальних вкладень коштів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливий термін зберігання продукту (τ_{36}) залежить від індивідуальних властивостей продукту та умов його зберігання. Серед численних параметрів, що визначають умови зберігання, найчастіше розглядають лише температуру зберігання (t_{36}), відносну вологість повітря ($\varphi_{\text{пов}}$) і швидкість його руху ($w_{\text{пов}}$). Регульованим параметром є насамперед t_{36} [1].

За сталого температурного коефіцієнта швидкість реакцій, що спричиняють небажані зміни продуктів, наближено може бути представлена у вигляді експоненціальної функції [2]. Ще у 1949 р. Д.Г. Рютов запропонував формулу для терміну зберігання:

$$\tau_{36} = a \cdot 10^{-ct_{36}}, \quad (1)$$

де τ_{36} — термін зберігання, міс.; t_{36} — температура зберігання, °С ; a та c — коефіцієнти, що залежать від властивостей харчових продуктів. Для всіх видів м'яса і риби $c = 0,05$, а для вершкового масла $c = 0,036$. Для яловичини і баранини $a = 2,15$, для свинини і нежирної риби — 1,78, для курей — 1,58, для гусей, кролів і жирної риби — 1,26, а для вершкового масла — 2,85 [2].

З часом діапазон використовуваних температур зберігання змінився від $-6...-20^{\circ}\text{C}$ до $-12...-30^{\circ}\text{C}$, у зв'язку з чим змінилися і значення рекомендованих термінів зберігання при різних температурах для конкретних продуктів.

Суттєвий вплив на стійкість заморожених продуктів має льодоутворення [3]. При більш низьких t_{36} зростає частка вимороженої води (ω) у продуктах (табл. 1). Вважається, що повністю вільна вода у продуктах вимерзає при температурі, близькій до евтектичної температури розчинених у ній речовин. Проте можливе вивільнення зв'язаної води. Так, під час заморожування сиру «Голандський» до -20°C залишається невимороженою 18% води (17,7% від загального вологовмісту становить зв'язана вода у структурі білків), тобто вільна вода практично повністю вимерзає. За подальшого зниження температури частина зв'язаної води переходить до вільного стану і кристалізується. Слабковиражений евтектичний стан продукту спостерігається при температурі близько -70°C . У точці евтектики залишається невимороженою близько 7% найбільш міцно зв'язаної з білками води. При температурах $-70...-80^{\circ}\text{C}$ у продукті некристалізованою залишається лише найбільш міцно хімічно зв'язана волога білків [6], проте заморожування до такої температури та холодильне зберігання при ній не проводять через занадто великі енерговитрати на заморожування, подальше зберігання та розморожування продукту.

Таблиця 1. Частка вимороженої води при різних температурах [3]

Продукт	Температура продукту, °С				
	-10	-15	-20	-25	-30
Яловичина 1-ї категорії	0,866	0,901	0,919	0,931	0,938
Сир кисломолочний	0,868	0,902	0,920	0,931	0,939

У літературних джерелах дані про залежність терміну зберігання від температури можуть відрізнитися, тому зіставлюваних дослідних даних поки що недостатньо. Через невелику точність дані про терміни зберігання зазвичай подаються як ціле число місяців. Крім того, режими і терміни зберігання завжди встановлюють виходячи з того, що на зберігання закладаються продукти високої якості [4; 5], а в умовах холодильного ланцюга це не завжди так.

Крім терміну й температури зберігання, важливим є питання збереження якості продукту після закінчення зберігання. Якість може бути відмінною, дуже доброю і задовільною. Зрозуміло, що краща якість за однакової t_{36}

спостерігається для меншого τ_{36} . Питання про залежність терміну зберігання від температури за збереження прийнятної якості продукту у світовій практиці називають проблемою трьох Т [2]: «Time — Temperature Tolerance». Ця проблема є важливою у проектуванні холодильного ланцюга для продуктів, а також у визначенні оптимальних (з мінімальними затратами коштів) параметрів холодильного зберігання. Також під час вибору температури зберігання слід пам'ятати, що її зниження сприяє збільшенню терміну зберігання, проте водночас призводить до збільшення витрат електроенергії холодильною установкою.

Найчастіше для зберігання заморожених продуктів і напівфабрикатів використовується температура зберігання $t_{36} = -18^\circ\text{C}$. Саме для цієї температури опубліковано найбільше даних про терміни зберігання. Слід зазначити, що індивідуальні властивості заморожених продуктів менше впливають на процес зберігання, ніж для охолоджених.

Математичне моделювання процесів зберігання поряд з експериментальними методами широко застосовується у світовій практиці, проте харчові продукти є досить складним об'єктом моделювання через велику кількість взаємопов'язаних процесів, що відбуваються в них під час зберігання (хімічних, фізичних, мікробіологічних та ін.), причому для різних продуктів вирішальний вплив на якість чинять різні процеси [7]. Складність об'єкта моделювання, спричиняє складність і громіздкість моделі, велику кількість наближень, дослідних коефіцієнтів та пов'язані з цим похибки. Тому виникає практична потреба у простіших наближених методах оцінювання термінів зберігання.

Мета дослідження: сформулювати прості залежності, що можуть бути використані для розв'язання практичних завдань холодильної технології, насамперед визначення терміну зберігання замороженого продукту при певній температурі за збереження прийнятної якості продукту (у тому числі за змінної температури зберігання) та вибору оптимальної температури зберігання при потрібному терміні зберігання.

Викладення основних результатів дослідження. Експоненціальні функції є частиною більш загальних показникових функцій. Тому рівняння (1) можна записати, як:

$$\tau_{36} = ab^{-t_{36}}, \quad (2)$$

де $b = 10^c$. Значення коефіцієнтів a та b залежить від виду продукту.

У напівлогарифмічних координатах $\lg \tau_{36} - t_{36}$ залежність (2) виглядає як пряма лінія. Тангенс кута нахилу цієї прямої до осі температур:

$$tg\phi = \frac{\lg \frac{\tau_{362}}{\tau_{361}}}{t_{362} - t_{361}} = \lg b. \quad (3)$$

Чим більший нахил прямої до осі температур, тим більша величина b . З формули (2):

$$a = \frac{\tau_{36}}{b^{-t_{36}}}. \quad (4)$$

Чим більша відстань прямої від осі температур за даної температури зберігання, тим більше значення a . Значення коефіцієнтів a та b для деяких заморожених продуктів наведені у табл. 2. Також у ній наведені значення термінів зберігання при різних температурах [1; 2; 4; 5]. У дужках наведені значення, розраховані за формулою (2).

Таблиця 2. Терміни зберігання деяких продуктів при різних температурах

№ пор.	Продукт	a	b	Термін зберігання, міс, при температурі зберігання, °C				
				-12	-15	-18	-20	-25
1	Яловичина в напівтушах і чвертинах	3,784	1,06437	8 (8,00)	– (9,65)	12 (11,63)	14 (13,18)	18 (18,00)
2	Свинина в напівтушах, нежирна риба	0,8344	1,11253	3 (3,00)	– (4,13)	6 (5,69)	7 (7,04)	12 (12,00)
3	Зелений горошок, полуниці	0,6637	1,16147	4 (4,00)	– (6,27)	11 (9,72)	16 (13,25)	28 (28,00)
4	Гуси, качки	1,572	1,08092	4 (4,00)	5 (5,05)	7 (6,38)	– (7,54)	11 (11,00)
5	Солодковершкове несолене масло в монолітах	5,062	1,04912	9 (9,00)	10 (10,39)	12 (12,00)	– (13,21)	– (16,79)

Наприклад, для свинини при температурі зберігання -12°C термін зберігання становить 3 міс., а при температурі зберігання -25°C — 12 міс. Тоді:

$$tg\phi = \lg b = \frac{\lg(12/3)}{25-12} = 0,04631;$$

$$b = 10^{0,04631} = 1,11253;$$

$$a = \frac{3}{1,11253^{-(-12)}} = \frac{12}{1,11253^{-(-25)}} = 0,8344.$$

Можливий запис показникової функції у такому вигляді:

$$\tau_{36} = \exp(\ln a - t_{36} \cdot \ln b) \tag{5}$$

Наприклад, для $t_{36} = -18^{\circ}\text{C}$ одержимо $\tau_{36} = 5,69$ міс.

Лінія залежності $\lg \tau_{36} = f(t_{36})$ іноді відхиляється від прямої, утворюючи невелику опуклість, спрямовану вгору. Тоді розрахункове значення τ_{36} буде трохи меншим, ніж рекомендоване (в запас).

Для визначення коефіцієнта b потрібні значення τ_{36} хоча б для двох t_{36} . Якщо значення τ_{36} є лише для однієї t_{36} , то можна взяти середнє арифметичне значення b декількох близьких за складом і властивостями продуктів (це суб'єктивно і наближено), а потім визначити a за формулою (4).

Співвідношення між термінами зберігання при двох різних температурах:

$$n = \frac{\tau_{362}}{\tau_{361}} = b^{t_{361} - t_{362}}. \tag{6}$$

Наприклад, для свинини:

$$n = \frac{\tau_{36}^{-25^{\circ}\text{C}}}{\tau_{36}^{-12^{\circ}\text{C}}} = 1,11253^{-12 - (-25)} = 4,0.$$

Співвідношення (6) може бути корисним для наближеної оцінки можливого терміну зберігання продукту у разі зберігання при температурі, що відрізняється від наведеної у довідниках та інструкціях.

На різних стадіях холодильного ланцюга (заготівельні, виробничі, розподільчі, транспортні, торговельні, побутові холодильники, а також холодильний транспорт) температура зберігання продукту може змінюватись. У таких випадках має виконуватись співвідношення:

$$\sum_i \frac{\tau_i}{\tau_{36,i}} \leq 1, \quad (7)$$

де τ_i — тривалість перебування продукту при температурі t_i ; $\tau_{36,i}$ — термін зберігання продукту при температурі t_i .

Наприклад, коли свинина зберігалася при $t_{36,1} = -25^{\circ}\text{C}$ ($\tau_{36,1} = 12$ міс.) впродовж 8 місяців, потім при температурі $t_{36,2} = -18^{\circ}\text{C}$ ($\tau_{36,2} = 6$ міс.) впродовж одного місяця, а потім потрапляє до камери з $t_{36,3} = -12^{\circ}\text{C}$ ($\tau_{36,3} = 6$ міс.), то вона може зберігатись у ній не більше ніж 0,5 міс, бо

$$1 - \frac{8}{12} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6}, \text{ звідки } \tau_{36,3} = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ міс.}$$

Слід пам'ятати, що харчові продукти не можна заморозувати повторно, а значні коливання температури продукту впродовж зберігання й транспортування можуть призвести до перекристалізації вологи, пошкодження тканин продукту та значного погіршення його якості після зберігання.

Коли для конкретного продукту відомий потрібний термін зберігання τ_{36} (з вимог логістики, ситуації на ринку тощо), з рівняння (2) можна визначити максимальну температуру зберігання, що може підтримуватись у холодильній камері:

$$t_{36}^{\max} = \frac{(\lg a - \lg \tau_{36})}{\lg b}. \quad (8)$$

Наприклад, якщо потрібно зберігати свинину впродовж 7 місяців, то

$$t_{36}^{\max} = \frac{(\lg 0,8344 - \lg 7)}{\lg 1,11253} = -20^{\circ}\text{C}.$$

Слід враховувати, що термін зберігання для отримання продукту задовільної якості значно довший, ніж для продукту відмінної якості. Наприклад, за даними [2] для нежирної риби при $t_{36} = -18^{\circ}\text{C}$ співвідношення цих термінів становить близько 3.

Ми детально розглянули приклади, що стосуються зберігання свинини. Але аналогічні закономірності зберігання спостерігаються і для інших заморожених продуктів рослинного й тваринного походження.

Висновки

Запропоновані спрощені формули, що можуть бути використані під час експлуатації холодильників і проектування холодильного ланцюга для харчових продуктів, зокрема для:

- спрощеної оцінки можливого терміну зберігання заморожених продуктів рослинного й тваринного походження в інтервалі температур $-10...-25^{\circ}\text{C}$;
- розрахунку співвідношення термінів холодильного зберігання й транспортування при різних температурах продукту;
- вибору оптимальної температури зберігання при потрібному терміні зберігання продукту.

Література

1. *Масліков М.М.* Холодильна технологія харчових продуктів. Навч. посіб. / М.М. Масліков. — Київ : НУХТ, 2007. — 335 с.
2. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С.В. Фролов. — Москва : Колос-С, 1999. — 176 с.
3. *Сінат-Радченко Д.Є.* Оцінка вмісту вимороженої води в продуктах м'ясо-молочної промисловості / Д.Є. Сінат-Радченко, М.М. Масліков, М.О. Масліков. — Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 21, № 5. — С. 208—210.
4. Холодильная техника и технология : учебник / С.А. Большаков, В.Ф. Лебедев, А.В. Локтев, А.В. Руцкий. — Москва : ИНФРА, 2000. — 286 с.
5. *Большаков С.А.* Холодильная техника и технология продуктов питания : учебник / С.А. Большаков. — Москва : Издательский центр «Академия», 2003. — 304 с.
6. *Буянов О.Н.* Кинетика вымерзания воды при замораживании сыров / О.Н. Буянов, И.В. Буянова. — Техника и технология пищевых производств. — 2015. — Т. 39, № 4. — С. 14—18.
7. *Сидоренко Ю.И.* К вопросу прогнозирования сроков хранения. (годности) продовольственных товаров / Сидоренко Ю.И., Гурьева К.Б. — 2017 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.rosreserv.ru/Konsultativnij_совет/Obmen_opitom/ K_voprosu_prognozirovaniya_srokov_hranen.

**DEFINITION OF THE HEAT TREATMENT PARAMETERS
OF THE COOKED SAUSAGE «LIKARSKA»
IN THE UNIVERSAL SMOKING-COOKING CHAMBER**

O. Nescuba, O. Chepeliuk, O. Chepeliuk
National University of Food Technologies

Key words:

Cooked sausage
Heat treatment
Temperature
Roasting
Cooking

Article history:

Received 05.03.2018
Received in revised form
23.03.2018
Accepted 12.04.2018

Corresponding author:

O. Nescuba
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

Heat treatment of sausages is one of the main stages of their complex and long production. The finished product's quality, including its microbiological purity, directly depends on the conditions and regimes of its carrying out. To ensure the qualitative production with economical energy resources' consumption, it is important to determine the operating modes of the smoking-cooking chambers taking into account geometric dimensions of the sausages and thermophysical properties of the minced meat.

An analytical review of the processes of heat treatment of sausages was carried out and it was found that in the scientific literature the values of the duration of treatment and temperatures at different stages were taken from reference books or on the base of field experience without substantiation of their values. The purpose of this work is to substantiate the ways of increasing the effectiveness of the heat treatment of cooked sausage "Likarska" in the universal smoking-cooking chamber, identifying the most efficient modes of its work. The subject of the research is the modes of heat treatment of sausage products with a diameter of 85 mm by steam-air mixture (working medium).

The process of heating the sausage "Likarska" was simulated in the software complex Flow Vision, taking into account the dependence of the thermophysical properties of minced meat on temperature. In the software FlowVision, the problem of conjugate heat exchange was solved, in which the heat transfers by convection — from a heated vapor-air medium (working medium) to a sausage product and heat conductivity (in the middle of a loaf) was considered. The process of heat treatment in a smoking-cooking chamber has been studied separately for the roasting and cooking stages. For roasting the temperatures of the vapor-air medium were considered to be 90...110°C, for cooking they were 75...85°C respectively.

It is established that in order to ensure the culinary readiness and microbiological purity, effective process, reduction of energy costs, it is necessary to observe rational parameters of the process of thermal treatment of cooked sausage "Likarska" with a diameter of 85 mm: at the stage of roasting, the temperature of the working medium should be 100°C, at the stage of cooking it is recommended to carry out at a temperature of 85°C.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-18

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОГО ОБРОБЛЕННЯ КОВБАСИ ВАРЕНОЇ «ЛІКАРСЬКА» В УНІВЕРСАЛЬНІЙ ТЕРМОКАМЕРІ

О.О. Нескуба, О.М. Чепелюк, О.О. Чепелюк
Національний університет харчових технологій

Теплове оброблення ковбас — один з основних етапів їх складного та тривалого виробництва. Якість готової продукції, включаючи її мікробіологічну чистоту, безпосередньо залежить від умов і режимів його проведення. Для забезпечення виробництва якісної продукції й економного споживання енергоресурсів важливо визначити режими роботи термокамер з урахуванням геометричних розмірів ковбас і термофізичних властивостей фаршу.

Проведено аналітичний огляд процесів теплового оброблення ковбасних виробів і з'ясовано, що в літературі значення тривалості оброблення й температур на різних стадіях приймалися з довідників або на основі виробничого досвіду без обґрунтування їх значень. Обґрунтовано шляхи підвищення ефективності термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» в універсальній термокамері, визначено найбільш доцільні режими її роботи. Досліджено режими теплового оброблення пароповітряною сумішшю (робочим середовищем) ковбасних виробів діаметром 85 мм.

Процес прогрівання ковбасного батона ковбаси «Лікарська» змодельовано у програмному комплексі *Flow Vision* з урахуванням залежності теплофізичних властивостей фаршу від температури. Вирішене завдання сполученого теплообміну, розглянуто передавання теплоти конвекцією — від нагрітої пароповітряної суміші (робочого середовища) до ковбасного батона і теплопровідністю — всередині продукту. Окремо розглянуто стадії обжарювання і варіння, для яких температура робочого середовища досліджувалася в межах 90...100°C і 75...85°C відповідно.

Встановлено, що для забезпечення кулінарної готовності і мікробіологічної чистоти, ефективного здійснення процесу, зменшення енергетичних витрат потрібно дотримуватися раціональних параметрів процесу термічного оброблення ковбаси вареної «Лікарська» діаметром 85 мм: на стадії обжарювання температура робочого середовища має становити 100°C, варіння рекомендовано проводити при температурі 85°C.

Ключові слова: ковбаса варена, теплове оброблення, температура, обжарювання, варіння.

Постановка проблеми. Ковбасні вироби мають стабільно високий попит у споживачів і з кожним роком займають все більш вагоме місце в харчовому раціоні населення. Однією з основних операцій їх тривалого і складного виробництва є теплове оброблення. Специфіка процесів теплового оброблення ковбасних виробів полягає в тому, що під дією теплоти знищується більшість вегетативних форм мікроорганізмів, інактивуються ферменти, із продукту видаляється значна кількість вологи, денатурують і коагулюють

білки, колаген сполучної тканини переходить у глютин [1]. При термічному обробленні формуються колір і запах ковбасних виробів.

Теплове оброблення ковбасних виробів може складатися з таких стадій: підсушування, обжарювання, варіння, охолодження, копчення, запікання та сушіння. Необхідність проведення тієї чи іншої стадії залежить від виду виробів, які виготовляються. Воно може здійснюватися багатьма способами: зануренням у рідину, зрошенням, обробленням гострою парою, пароводяною і пароповітряною сумішами, продуктами спалювання газу, електронагріванням, інфрачервоним випромінюванням, ультразвуком. Однак найбільшого практичного поширення отримав метод термічного оброблення ковбасних виробів паро- або димопароповітряними сумішами в універсальних термокамерах через його відносну простоту, доступність та ефективність.

Послідовність, конкретні режими оброблення і склад середовища визначаються технологією конкретного продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Термокамери є одним із видів обладнання, яке споживає найбільше енергетичних ресурсів на підприємствах м'ясопереробної промисловості. Для забезпечення економічно ефективного виробництва високоякісних ковбасних виробів важливо узгодити їх характеристики (геометричні розміри і теплофізичні властивості фаршу) з режимами роботи обладнання. Особливо актуально ця проблема стоїть під час виробництва варених ковбас великого діаметра, адже потрібно, щоб теплове оброблення відбулося по всьому об'єму виробу, і температура в центрі ковбасного батона досягла необхідних значень (68—72°C) при якомога менших енергетичних витратах. Навіть незначне коливання температури при обжарюванні та варінні ковбасних виробів суттєво впливає на вихід готової продукції, її органолептичні та мікробіологічні показники.

У науковій літературі приділяється значна увага проблемам теплового оброблення варених ковбасних виробів у термокамерах. Потужні наукові школи, які займаються цією проблематикою, працюють у Національному університеті харчових технологій, Одеській національній академії харчових технологій. Проведені дослідження мають виразне технологічне спрямування. Так, у праці Н.В. Бондаренко [2] наведені результати досліджень впливу технологічних режимів на вихід готового продукту — ковбаси вареної «Лікарська» — та запропоновано новітню технологію її виробництва, в якій, порівняно з традиційною, додана стадія сушіння для забезпечення рівномірного прогрівання ковбасного батона. При цьому автор наводить дані про покращення органолептичних показників і поліпшення санітарного стану виробів.

Загальні втрати маси були в центрі уваги і роботи А.Д. Солецької [3]. Як керовані параметри розглянуто вплив співвідношення температур обжарювання і варіння, підвищення яких призводить до збільшення втрат маси продукту.

Дослідження, виконані під керівництвом В.І. Павелка у НУХТ [4], були спрямовані на скорочення тривалості теплового оброблення варених ковбас різних геометричних розмірів у термокамерах. Розроблений алгоритм теплового розрахунку установки для термічного оброблення варених ковбас, в якому використано аналітичні залежності та емпіричні співвідношення.

Однак у зазначених працях не деталізовано закономірності зміни температури в середині ковбасного батона в часі залежно від режимів теплового оброблення, які розглядалися. Така інформація потрібна для зменшення енерговитрат унаслідок обґрунтованого прийняття рішень щодо вибору необхідної тривалості процесу і раціональних значень температур на різних стадіях оброблення.

Мета статті: обґрунтувати шляхи підвищення ефективності термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» в універсальній термокамері, визначивши найбільш доцільні режими її роботи.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є процес теплового оброблення вареної ковбаси «Лікарська» вищого сорту в універсальній термокамері. Предметом досліджень є режими теплового оброблення пароповітряною сумішшю (робочим середовищем) ковбасних виробів діаметром 85 мм. Теплове оброблення варених ковбас здійснюється у три стадії: підсушування, обжарювання та варіння. Для кожної стадії характерні різні параметри робочого середовища. У статті вирішене завдання прогрівання ковбасного батона: розглянуті стадії обжарювання і варіння, причому результати завершення стадії обжарювання стали початковими даними для дослідження стадії варіння.

Найчастіше на підприємствах режими теплового оброблення визначають експериментально для конкретного виду ковбасних виробів. Однак проведення фізичних експериментів — досить складний і вартісний спосіб [5], тому для аналізу процесу теплового оброблення ковбасних виробів виконано комп'ютерне моделювання у програмному комплексі Flow Vision. Геометрична модель ковбасного виробу і середовища, яке його оточує (рис. 1), створена у програмному комплексі SolidWorks.

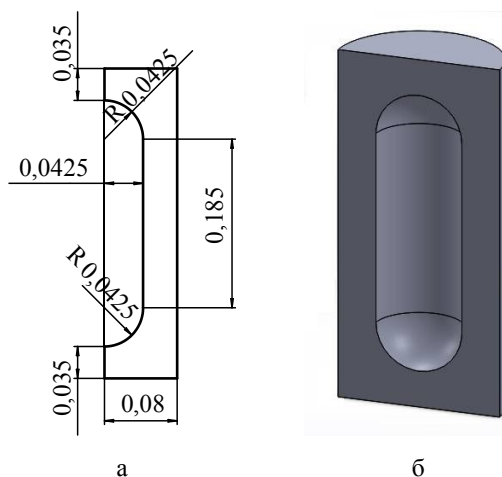


Рис. 1. Геометрична модель ковбасного виробу і середовища, яке його оточує:
а — ескіз; б — 3D модель

Вирішене завдання сполученого теплообміну, в якій розглядається передавання теплоти теплопровідністю в твердому тілі та конвекцією в газі — від нагрітого робочого середовища до ковбасного батона.

У підобласті, де відбувається обтікання робочим середовищем ковбасного виробу, обрана модель «Нестискувана рідина» і вирішене завдання турбулентної течії пароповітряної суміші. У підобласті ковбасного виробу — модель «Тверде тіло», а також вирішене завдання тепломасоперенесення у твердій фазі.

Властивості фаршу (густина, питома теплоємність і коефіцієнт теплопровідності) ковбаси «Лікарська» суттєво залежать від температури. Щоб урахувати їх при моделюванні, доповнена база даних програмного комплексу Flow-Vision, в яку додана речовина «Фарш» з відповідними характеристиками.

Для вирішення завдання сполученого теплообміну між робочим середовищем і ковбасним батоном задані граничні умови (рис. 2):

- границя 1 — вхід робочого середовища з нормальною швидкістю $v = 2$ м/с і відповідною температурою («Вхід/Вихід» → «Нормальний вхід/вихід» → «Швидкість»);
- границя 2 — симетрія («Симетрія» → «Стінка з проковзуванням»);
- границя 3 — сполучення («Сполучений» → «Швидкість» → «Стінка, логарифмічний закон»);
- границя 4 — вільний вихід («Вільний вихід» → «Нульовий тиск/вихід»).

Після завдання граничних умов були пов'язані граничні умови «Сполучений» двох підобластей.

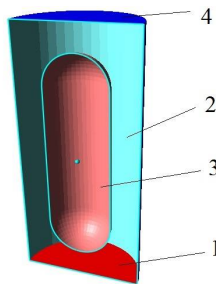


Рис. 2. Граничні умови сполученого теплообміну між робочим середовищем і ковбасним батоном

Параметром, який варіювався при моделюванні, була температура робочого середовища. Вона змінювалася для процесу обжарювання від 90 до 110°C з інтервалом 5°C, для стадії варіння — від 75 до 85°C з інтервалом 2,5°C (проведено по 5 обчислювальних експериментів).

На граничній умові 3 для підвищення точності розрахунку була згущена розрахункова сітка, для чого проведена адаптація по цій граничній умові з рівнем адаптації 1. Після адаптації розрахункова сітка має 25 852 комірки.

Розв'язання завдань сполученого теплообміну, в яких одночасно розглядається течія рідини або газу і теплопровідність у твердому тілі, наштотується на певні труднощі — характерна тривалість процесів у газі (рідині) істотно менша за характерну тривалість їх у твердому тілі. Це призводить до того, що подібні завдання доводиться вирішувати з мінімальним кроком інтегрування за часом, що, у свою чергу, визначає дуже велику тривалість розрахунку. Ця проблема може бути вирішена двома способами:

- введенням власного кроку інтегрування за часом у підобласті твердого тіла;
- введенням фіктивної теплоємності твердого тіла.

У дослідженні використаний перший спосіб — заданий власний крок по часу, що дорівнює 2 секундам. У підобласті робочого середовища, де обрана модель «Нестискувана рідина», заданий фіксований крок по часу, виходячи з пролітного часу, який прийнято рівним 0,017 с.

Для візуалізації результатів задані 10 точок в поперечному перерізі ковбасного батона від центра до краю, в яких фіксувалися значення температури.

Результати і обговорення. В результаті теплового оброблення потрібно забезпечити кулінарну готовність і гарантувати мікробіологічну безпеку продукту. Тому важливо досягти потрібної температури в центрі ковбасного батона, на величину якої впливають тривалість оброблення й температура робочого середовища на стадіях обжарювання і варіння (рис. 3 і 4 відповідно).

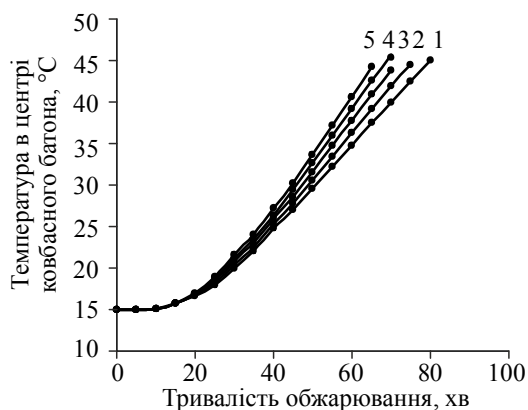


Рис. 3. Зміна температури в центрі ковбасного батона в часі в процесі обжарювання при температурах робочого середовища, °С:
1 — 90; 2 — 95; 3 — 100; 4 — 105; 5 — 110

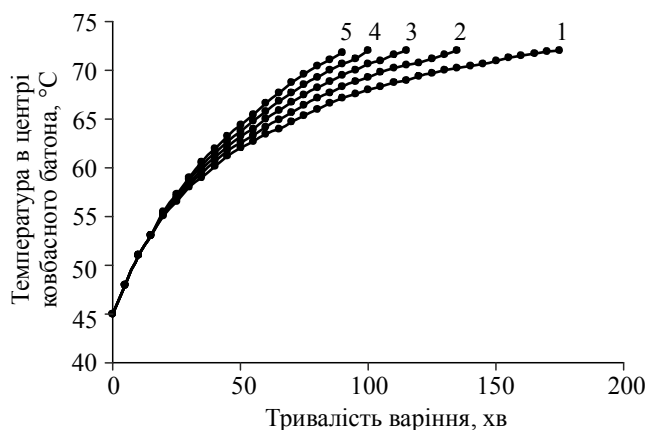


Рис. 4. Зміна температури в центрі ковбасного батона в часі на стадії варіння при температурах робочого середовища, °С:
1 — 75,0; 2 — 77,5; 3 — 80,0; 4 — 82,5; 5 — 85,0

З'ясовано, що збільшення температури робочого середовища від 90 до 110°C не досить суттєво впливає на період часу, протягом якого досягається необхідна температура в центрі батона під час обжарювання — 45°C. Стадія обжарювання за цих умов триває в межах від 67 до 81 хвилини. Для визначення температури в центрі ковбасного батона $t_{ц}$ при інженерних розрахунках залежно від температури робочого середовища $t_{сеп}$ і тривалості стадії обжарювання τ можна скористатися математичною залежністю:

$$t_{ц} = 13 + 0,01 \cdot \tau^{2,1} + 0,1 \cdot t_{сеп}^{1,77}.$$

Натомість на стадії варіння (рис. 4) зміна температур робочого середовища на 10°C — від 75 до 85°C — істотно впливає на тривалість процесу, який завершується при досягненні температури в центрі батона 72°C. Відмінність для цих двох граничних значень температур становить 83 хв — від 91 хв для температури 85°C до 174 хв для температури робочого середовища 75°C.

Температура в поперечному перерізі ковбасного батона суттєво відрізняється для периферійних і центральних ділянок наприкінці процесів обжарювання (рис. 5) і варіння (рис. 6). Тут координата 0 м відповідає зовнішній поверхні ковбасного батона; 0,0425 м — центру батона.

Рекомендованими значеннями температури робочого середовища в процесі термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» на стадії обжарювання є 100°C, оскільки вона забезпечує необхідний час прогрівання при відносно менших енергетичних витратах.

Збільшення температури робочого середовища від 75 до 85°C на стадії варіння призведе до збільшення втрат теплоти в навколишнє середовище на 17%. Але загальні витрати теплоти за умови тривалішого процесу при температурі варіння 75°C будуть на 89% більшими. Тому з урахуванням співвідношення втрат у навколишнє середовище і витрат на нагрівання робочого середовища, камери і продукту доцільніше проводити варіння при температурі робочого середовища 85°C.

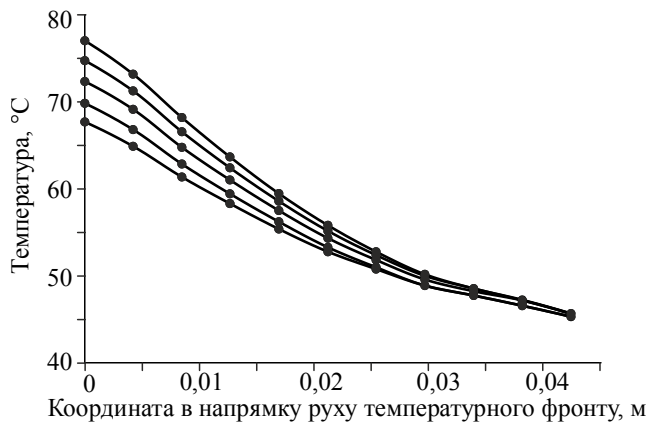


Рис. 5. Розподіл температур у поперечному перерізі ковбасного батона в напрямку руху температурного фронту наприкінці процесу обжарювання при температурах робочого середовища, °C: 1 — 90; 2 — 95; 3 — 100; 4 — 105; 5 — 110

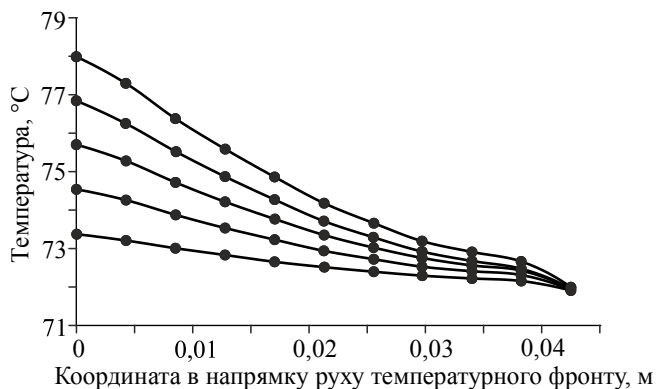


Рис. 6. Розподіл температур у поперечному перерізі ковбасного батона в напрямку руху температурного фронту наприкінці процесу варіння при температурах робочого середовища, °С: 1 — 75,0; 2 — 77,5; 3 — 80,0; 4 — 82,5; 5 — 85,0

Використання робочого середовища з температурою нижчою за вказане значення суттєво підвищує тривалість процесу, оскільки рушійна сила процесу стає незначною.

Висновки

У результаті термічного оброблення продукції — ковбаси вареної «Лікарська» — необхідно досягти температури пастеризації 72°C в центрі ковбасного батона для знищення вегетативних форм мікроорганізмів і досягнення кулінарної готовності.

Рациональною температурою робочого середовища в процесі термічного оброблення вареної ковбаси «Лікарська» на стадії обжарювання є 100°C. Варіння рекомендовано проводити при максимальній температурі 85°C, тому що оброблення при менших значеннях температури суттєво підвищує тривалість процесу, роблячи рушійну силу процесу незначною. Тривалість термічного оброблення, яке складається із стадій обжарювання і варіння, за запропонованих режимів становить 164 хвилини.

Література

1. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins — Implications on structure and quality of meat products // *Meat Science*. — 2005. — Volume 70, Issue 3. — P. 493—508.
2. Бондаренко Н.В. Дослідження режимів теплової обробки варених ковбас у сучасних термокамерах // *Харчова наука і технологія*. — 2013. — № 2. — С. 92—94.
3. Солецька А.Д. Оптимізація режимів термічного оброблення варених ковбас // *Харчова наука і технологія*. — 2014. — № 3. — С. 73—76.
4. Павелко В.І. Дослідження впливу деяких технологічних факторів на тривалість процесу термічної обробки ковбасних виробів / В.І. Павелко, О.Ю. Соколенко, А.І. Заславський // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2012. — № 45. — С. 31—37.
5. Bakalis, S., Cox P.W., Fryer, P.J. Modelling thermal processes: heating // *Food Process Modelling*. — 2001. — P. 340—364.

FORMATION OF THE STRUCTURE OF WHEAT DOUGH DURING THE PROCESS OF KNEADING

V. Rachok, V. Gudzenko, Y. Telychkun, V. Telychkun

National University of Food Technologies

Key words:

Kneading
Dough
Shear stress
Shear rate
Viscosity

Article history:

Received 06.03.2018
Received in revised form
27.03.2018
Accepted 20.04.2018

Corresponding author:

V. Rachok

E-mail:

RachokV3478@gmail.com

ABSTRACT

The main task of the mixing process is distribution of the components of the mixture, which is a necessary, but insufficient condition for determining the readiness of the dough. One of the important characteristics and indicators of the readiness of the dough is its rheological properties. The assigning necessary rheological characteristics to the dough, which are determined by the subsequent stages of the technological process, takes place at the third stage during which the plasticization of the dough is occurring. The analysis of literary sources shows that there are no data in the literature regarding changing the rheological characteristics of the dough during the mixing process. The article investigates the rheological properties of the dough during mixing. The yeast dough was mixed in an experimental dough machine of periodic action. The rheological characteristics were investigated with a use of a rotating viscometer Reotest 2.

As a result of the research, the tread curve of the mass during the mixing process was constructed and it was established that the weight of dough did not change the nature of the flow, regardless of the time interval of measurements, within the range tested. As a result of the analysis of the curve of the dough mass during the mixing, features were found that explain the formation of the dough structure.

The dependence of the effective viscosity on the rate of precipitation during the kneading process of the wheat dough is of a power-law nature. The effective viscosity of the dough during the mixing process depends on the shear rate, which confirms its non-Newtonian character. It changes linearly in time for all investigated values of the shear rate. With the increase of the rate of displacement, the value of effective viscosity is practically the constant value, which does not change over time.

The dependence of effective viscosity on shear stress within the studied range is also linear. The dependence of the effective viscosity on the strain of displacement, within the studied range is described by the first-order equation.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-19

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПШЕНИЧНОГО ТІСТА В ПРОЦЕСІ ЗАМІШУВАННЯ

В.В. Рачок, В.С. Гудзенко, Ю.С. Теличкун, В.І. Теличкун
Національний університет харчових технологій

Основним завданням процесу перемішування є рівномірний розподіл компонентів суміші як необхідна, але недостатня умова визначення готовності тіста. Важливими характеристиками і показниками готовності тіста є його реологічні властивості. Надання тістовій масі необхідних реологічних характеристик, які визначаються подальшими стадіями технологічного процесу, відбувається на третій стадії, під час якої відбувається пластифікація тіста. У статті досліджено реологічні властивості тіста під час замішування. Дріжджове тісто замішували на експериментальній тістомісильній машині періодичної дії. Реологічні характеристики досліджували на ротаційному віскозиметрі Реотест 2.

У результаті досліджень побудована крива течії тістової маси під час замішування і встановлено, що в межах дослідженого діапазону тістова маса не змінює характер плинуну незалежно від часового проміжку вимірювань. У результаті аналізу кривої течії тістової маси під час замішування виявлено особливості, що пояснюють утворення і формування структури тіста. Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування пшеничного тіста має степеневий характер.

Ефективна в'язкість тіста в процесі замішування залежить від швидкості зсуву, що підтверджує її неньютонівський характер, вона лінійно змінюється в часі для всіх досліджених значень швидкості зсуву. Зі збільшенням швидкості зсуву значення ефективної в'язкості практично залишається сталою величиною, яка не змінюється в часі.

Дослідженнями встановлено, що максимальне значення напруження зсуву, близьке для всіх залежностей, є сталою величиною для такої якості тіста (вологість, якість сировини тощо) та інтенсивності ведення процесу. Залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву в межах дослідженого діапазону описується рівнянням першого порядку.

Ключові слова: замішування, тісто, напруження зсуву, швидкість зсуву, ефективна в'язкість.

Постановка проблеми. Процес замішування дріжджового пшеничного тіста — складний і різнобічний вплив на тістову масу, коли із борошна та рідких інгредієнтів утворюється пружно-в'язкопластична структура [1]. Основним завданням процесу перемішування є, безумовно, рівномірний розподіл компонентів суміші, однак це необхідна, але недостатня умова визначення готовності тіста. Однією з важливих характеристик готовності тіста є його реологічні властивості. Сукупність однорідності тістової маси та досягнення нею відповідних структурно-механічних властивостей забезпечує

якість готових виробів, визначає стан м'якушки та структуру пористості, що є основними органолептичними й фізико-хімічними показниками якості [2].

Існує так звана двостадійна модель замішування тіста [3]. Виділяють дві стадії замішування тіста: змішування компонентів і пластифікацію.

Пекарі та спеціалісти з хімії зернових виділяють п'ять послідовних стадій формування тіста [7].

Складання сумішей — перша стадія вимішування. Це короткий період часу, коли різні інгредієнти входять у контакт. З'єднання — друга стадія вимішування тіста, коли всі інгредієнти рівномірно змішані. В цій стадії тісто має вигляд клейкої малоеластичної або нееластичної пасти. Тісто, що не прилипає до стінок тістомісильної машини, — це третя стадія вимішування. На цій стадії тісто починає демонструвати значні в'язкопружні властивості і його інгредієнти починають повністю відриватись від бокових стінок тістомісильної машини. Розвиток — четверта стадія вимішування. На цій стадії в'язкість та еластичність тіста продовжують підвищуватись, досягаючи максимального розвитку щільності, або видимої в'язкості, а також максимальної або близької до максимального газоутримувальної здатності. Тому, зазвичай, досягнення цієї точки є метою вимішування тіста. Обминка — п'ята стадія вимішування. На цій стадії щільність тіста, або видима в'язкість, починає зменшуватись. Тісто стає менш еластичним, більш клейким, його газоутримувальна здатність зменшується. Це називають надлишковим розвитком тіста. Вважається, що це відбувається в результаті розриву міжмолекулярних дисульфідних зв'язків, сформованих на попередніх стадіях вимішування.

Найбільш ґрунтовно та детально виконано аналіз закономірностей процесу замішування і виявлено постадійні раціональні параметри його забезпечення, запропоновано тристадійна модель замішування тіста (перемішування компонентів, власне заміс та пластифікація) у розробках зарубіжних авторів Х. Чешнера та Н. Квенда та ін. [8; 10].

Перша стадія — механічне змішування та аерація компонентів, унаслідок чого досягається рівномірний розподіл компонентів суміші. Вона супроводжується зволоженням сухих компонентів, їх диспергуванням, агрегацією та сорбцією вологи. Ця стадія має проводитись у якомога короткий термін з мінімальними витратами енергії. Збільшення тривалості першої стадії призводить до ускладнення процесу набухання борошняних частинок і їх когезії, що ускладнює подальше перемішування і рівномірний розподіл компонентів. Друга стадія — заміс, характеризується вирівнюванням вологи різних компонентів, переходом у розчин розчинних частин борошна. Крім того, підвищується напруження зсуву і, як наслідок, збільшуються витрати енергії на привід тістомісильної машини. Третя стадія — пластифікація, супроводжується структурними змінами крохмальних часток і утворенням клейковинної решітки, яка охоплює крохмальні зерна. Третя стадія потребує посиленого механічного впливу, а не просто перемішування, оскільки створення клейковинних плівок (помел) проходить разом з руйнуванням молекул клейковини. На останнє суттєво впливають активність деяких ферментів, а також вологість і температура тіста.

Рівномірне змішування компонентів відбувається за досить короткий час і здійснюється переважно на першій стадії замішування тіста. Друга стадія короткотривала і може виконуватися без витрат механічної енергії. Тривалість третьої стадії, під час якої відбувається пластифікація тістової маси, залежить від надання тістовій масі необхідних реологічних характеристик, які визначаються подальшими стадіями технологічного процесу. Аналіз літературних джерел свідчить, що в літературі відсутні дані щодо зміни реологічних характеристик тіста в процесі замішування [10].

Мета статті: дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування та науковий аналіз структурно-механічних властивостей дріжджового тіста; дослідження кривої течії тістової маси та залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування пшеничного тіста.

Матеріали і методи дослідження. Проведені експериментальні дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування. Замішування проводили на експериментальній тістомісильній машині періодичної дії (рис. 1), вимірювали витрати енергії під час замішування та відбирали проби для визначення напруження зсуву для різних значень швидкості зсуву.

Експериментальна установка складається зі станини 1, на якій закріплені привід з регулятором кількості обертів 2. Діжа 4 закріплюється на станині за допомогою тримачів, робочий орган 5 кріпиться на привідному валу та фіксується за допомогою кришки 6, яка також утримує діжу в нерухомому стані. Важіль 3 слугує для легкого та швидкого перемикавання швидкості обертання робочого органу.

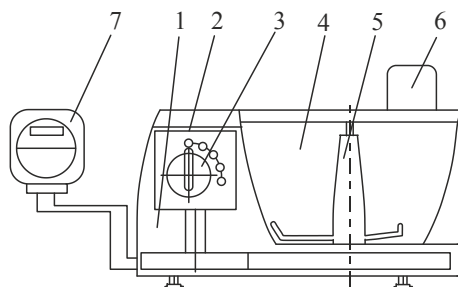


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

1 — станина; 2 — привід з можливістю регулювання кількості обертів; 3 — важіль перемикачів передач; 4 — діжа; 5 — робочий орган; 6 — кришка; 7 — прилад «Voltcraft» для вимірювання потужності, яка споживається електродвигуном

Дослідження реологічних характеристик проводили на ротаційному віскозиметрі Реотест 2 (рис. 2), який має широкі можливості зміни швидкості зсуву.

Ротаційний віскозиметр РЕОТЕСТ 2 складається з двох основних вузлів: власне віскозиметра і блоку вимірювань.

Основними елементами віскозиметра є привід і вимірювальний механізм з пристроєм конус-пластина.

Привід ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2 здійснюється через 12-ступінчасту реверсивну коробку передач від синхронного двигуна з перемикач-

ням полюсів і можливістю вибору в цілому 24 різних швидкості обертання валу конуса або швидкості зсуву.

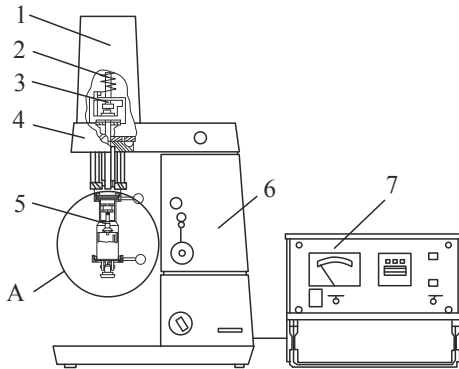


Рис. 2а. Схема ротатійного віскозиметра РЕОТЕСТ 2: 1 — корпус віскозиметра; 2 — динамометр; 3 — потенціометр; 4 — вимірювальний механізм; 5 — конусно-пластинчатий пристрій; 6 — привід; 7 — блок вимірювань

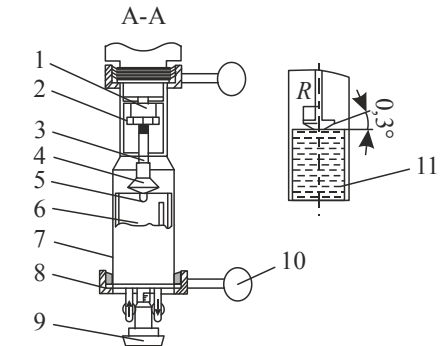


Рис. 2б. Конусно-вимірювальний пристрій: 1 — муфта; 2 — втулка; 3 — вал; 4 — конус; 5 — датчик температури; 6 — термостатична камера; 7 — напрямна пластина; 8 — натяжне кільце; 9 — мікрометричний гвинт; 10 — натяжний важіль; 11 — система конус-пластина

Вибір швидкості обертання (кількості обертів) здійснюється за допомогою коробки передачі зміною числа обертів на вимірювальному валу з відношенням між сусідніми ступенями $\sqrt{3}$. Установка необхідної кількості обертів здійснюється поворотом важеля перемикачання. Швидкість обертання синхронного двигуна і вимірювального конуса не залежить від коливань напруги мережі та навантаження.

Ротатійний віскозиметр РЕОТЕСТ 2 є двосистемним пристроєм. Реологічні характеристики досліджуваного матеріалу можливо вимірювати за допомогою циліндричних вимірювальних пристроїв або за допомогою конусно-пластинчатого вимірювального пристрою. Для дослідження тістової маси використовуємо конусно-пластинчатий вимірювальний пристрій, в якому матеріал поміщається в клиноподібний зазор, який створюється між нерухомою пластиною і конусом радіусом R , що обертається з постійною ω . Кут конусності системи конус-пластина є відносно малим і становить $0,3^\circ$.

Дослідження матеріалу за певної температури досягається безпосереднім підтриманням температури пластини шляхом живлення термостатичної камери системи конус-пластина рідиною циркуляційного термостату.

Тісто замішували за рецептурою: борошно пшеничне вищого гатунку — 100%, сіль — 1,5%, дріжджі — 1%, вода за розрахунком для вологості тіста — 42%. Тривалість замішування — 600 с. Під час замішування з камери тістомісильної машини кожні 120 с відбирали проби для вимірювання напруження зсуву за різних значень швидкості зсуву.

За даними попередніх досліджень встановлено, що через 120 с від початку замішування перша стадія процесу вже завершена і тістова маса перебуває на другій та третій стадії, тобто дослідження проводимо однорідної маси.

Для того щоб уникнути впливу напружень, що виникають під час вимірювань, для кожного із значень швидкості зсуву відбирали новий зразок.

Зразок тіста розміщували на вимірювальний конус конусно-пластинчатого пристрою, який встановлювався на віскозиметр і закріплювався за допомогою натяжного кільця.

Значення крутного моменту отримували з блоку вимірювань на 12 швидкостях зсуву за різної тривалості замішування.

Напруження зсуву, яке відповідає гідравлічному опору клиноподібного зазору, залежить від крутного моменту M , який перетворюється в електричний сигнал. Напруження зсуву τ і швидкість зсуву γ в клиноподібному зазорі постійна. Вказані величини розраховували за наведеними нижче формулами.

Напруження зсуву:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{M}{\pi R^3}, \text{ Па,}$$

де M — крутний момент, Н · м; R — радіус конуса, м.

Швидкість зсуву:

$$\gamma = \frac{\omega}{\text{tg}\varphi}, \text{ с}^{-1},$$

де ω — кутова швидкість обертання конуса, рад; φ — кут нахилу системи конус-пластина.

Ефективна в'язкість:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}, \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Для вимірювання значень реологічних параметрів на ротаційному віскозиметрі дійсні такіспіввідношення:

- напруження зсуву:

$$\tau = c \cdot \alpha, \text{ Па,}$$

де c — стала величина конусу, 10^{-1} Па/поділок шкали; α — величина показників індикаторному приладі /поділок шкали/.

Стала конуса, що залежить від геометричних розмірів вимірювального конуса і сталої пружності пружини динамометра вимірювального механізму, вказана для кожного вимірювальної системи окремо для діапазону I і діапазону II напруження зсуву в акті про випробування РЕОТЕСТА 2.

Швидкість зсуву γ в клиноподібному зазорі конус-пластинчатого пристрою залежить від геометричних розмірів і швидкості обертання вимірювального конуса, вказана в поданій таблиці ступенів для всіх швидкостей обертання. Швидкості зсуву, зазначені в таблиці ступенів, дійсні для частоти мережі 50 Гц.

Результати і обговорення. Отримані результати дають змогу побудувати криву течії тістової маси під час замішування. Дослідженнями встановлено, в

межах дослідженого діапазону тістова маса не змінює характер плинності незалежно від часового проміжку вимірювань.

Утворена однорідна гомогенна структура тіста на стадії пластифікації є стабільною системою і зміна швидкості зсуву відразу приводить систему в новий структурний стан. Процеси руйнування і відновлення структури перебувають у дослідженому діапазоні швидкості зсуву в рівноважному стані.

Крива течії описується з достатньою ймовірністю тепеневою залежністю:

$$\tau = 6740 - 8924\gamma^{-0,9}, \text{ Па.}$$

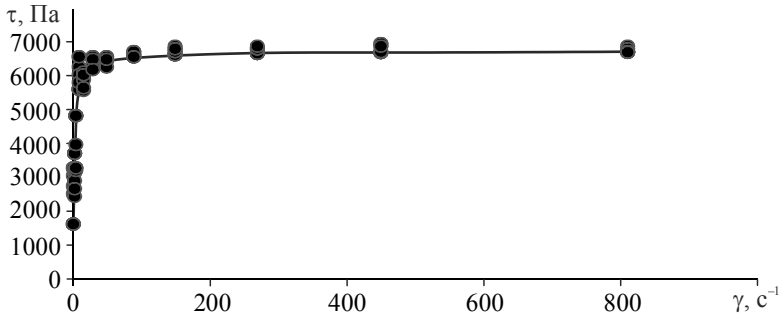


Рис. 3. Експериментальна крива течії тістової маси під час замішування

Крива течії тістової маси під час замішування має свої особливості, що пояснюється утворенням і формуванням структури тіста. Стала величина в формулі є граничним напруженням зсуву утвореної структури тіста, яка досягається за швидкості зсуву в межах 200 с^{-1} .

Отримані експериментальні дані дають змогу отримати зміну ефективної в'язкості тіста під час замішування та її залежність від швидкості зсуву, що підтверджує її неньютонівський характер (рис. 4).

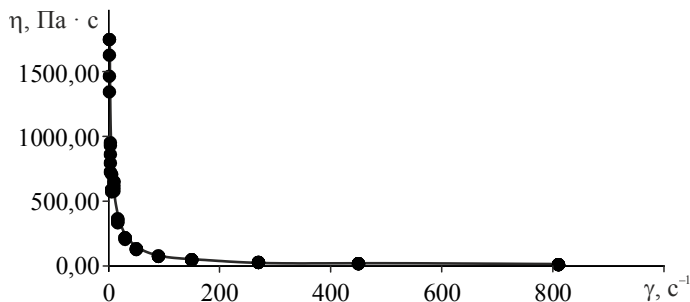


Рис. 4. Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву під час замішування

У результаті математичного опрацювання експериментальних даних отримано рівняння залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування пшеничного тіста:

$$\eta = 3198,6\gamma^{0,856}, \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Ця залежність має степеневий характер.

В'язкість тіста під час замішування лінійно змінюється в часі для всіх досліджених значень швидкості зсуву (рис. 5).

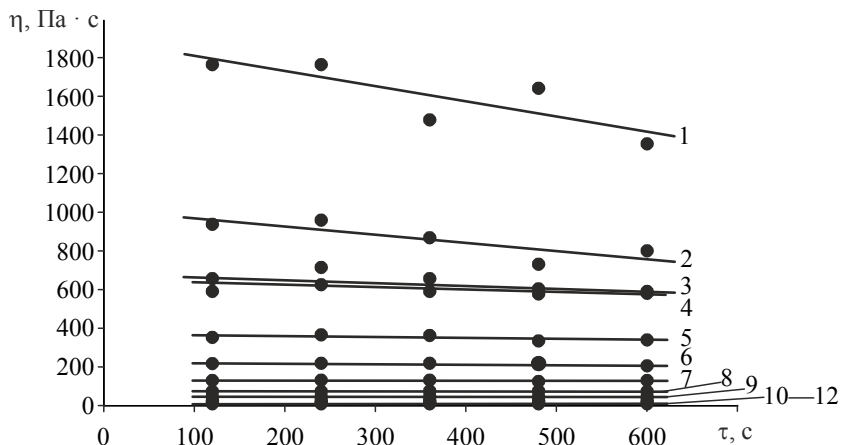


Рис. 5. Зміна ефективної в'язкості тіста під час замішування для різних значень швидкості зсуву:

1 — 1,86; 2 — 3,34; 3 — 5,56; 4 — 10; 5 — 16,66; 6 — 30; 7 — 50; 8 — 90; 9 — 150; 10 — 270; 11 — 450; 12 — 810 c^{-1}

Зі збільшенням швидкості зсуву значення ефективної в'язкості практично залишається сталою величиною, яка не змінюється в часі.

Сімейство прямих ліній, зображених на рис. 5, описується математичною залежністю:

$$\eta = 2,1\gamma^{-1,5} + 3715,5\gamma^{0,883}, \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Лінійною характеризується і залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву (рис. 6).

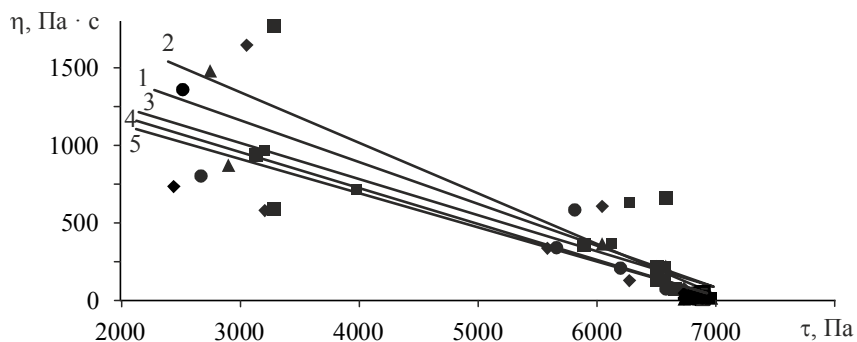


Рис. 6. Залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву для тривалості замішування: 1 — 120; 2 — 240; 3 — 360; 4 — 480; 5 — 600 с

Максимальне значення напруження зсуву, близьке для всіх залежностей, очевидно є сталою величиною для даної якості тіста (вологість, якість сировини та ін.) та інтенсивності ведення процесу.

Сімейство прямих з різними кутами нахилу описується рівнянням:

$$\eta = (0,00017T - 0,31996)\tau - 1,244T + 2309,5 \text{ Па} \cdot \text{с},$$

де T — тривалість замішування, с.

Висновки

Експериментальні дослідження реологічних властивостей тіста процесі замішування й аналіз отриманих результатів свідчить, що тістова маса в межах дослідженого діапазону не змінює характер плинності незалежно від часового проміжку вимірювань.

Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву має більш суттєве значення, ніж залежність реологічних характеристик від тривалості процесу.

Отримана крива течії тістової маси під час замішування має свої особливості: стала величина у формулі є ймовірно граничним напруженням зсуву утвореної структури тіста, що пояснюється утворенням і формуванням структури тіста.

Максимальне значення напруження зсуву, яким характеризується крива течії, очевидно, є сталою величиною для даної якості тіста (вологість, якість сировини тощо) та інтенсивності ведення процесу.

Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування пшеничного тіста має ступеневий характер і лінійно змінюється в часі для всіх досліджених значень швидкості зсуву.

Література

1. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования: учебник для высш. учеб. заведений // Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 208 с.
2. Kilborn R.H., Tipples K.H. Factors affecting mechanical dough development: book for university students: Implication of mixing at a constant of energy input, Cereal Chem, 1972. 53 p.
3. Mani K., Eliasson A., Lindahl L. Rheological properties and bread making quality of wheat flour doughs made with different dough mixers: book for university students: Cereal Chem. 1992. 225 p.
4. Pylar E.J. Baking Science and Technology. Soslund Publ. Vol. 2 1988. 112 p.
5. Mitchell T.A. Dough mixer controls for the mechanical dough development process. Proceedings of the International Symposium on Advances in Baking Science and Technology, Kansas State University, KS. 1984. 234 p.
6. Launay B., Bure J., Application of a viscometric method to the study of wheat dough, J.Text. Stud. 4(10): 1973. 82—101 pp.
7. Wooding A.R., Martin R.J., Wilson A.J. Effect of sulphur-nitrogen treatments on work input requirements for dough mixing on second season: Proc. 44th RACI Cereal Chemistry Conference, F: 1994. 257 p.
8. Pareyt B. Impact of mixing time and sodium stearoyl lactylate on gluten polymerization during baking of wheat flour dough: Food Chemistry: 2013. 179 p.
9. Hailemariam L. A mathematical model for the isothermal growth of bubbles in wheat dough: Journal of Food Engineering: 2007. 466—477 pp.
10. Shehzad A., Chiron H. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer: Journal of Food Engineering: 2012. 70 p.
11. Shehzad A. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer: Journal of Food Engineering: 2012. 70 p.
12. Haraszia R. Differential mixing action effects on functional properties and polymeric protein size distribution of wheat dough: Journal of Cereal Science: 2008. 51 p.

**CFD-SIMULATION OF THE PYROLYSIS PROCESS
OF HIGH-TEMPERATURE DECOMPOSITION OF RAW
MATERIALS OF PLANT ORIGIN IN HOUSEHOLD SOLID-
FUEL BOILERS**

M. Haldinov, V. Peshko, D. Rindyuk, O. Chernousenko

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

S. Lementar

National University of Food Technologies

Key words:

*Pyrolysis
Combustion
Synthesis gas
Household solid-fuel
boilers
CFD-simulation
Coefficient of oxygen
excess*

Article history:

Received 02.03.2018
Received in revised form
21.03.2018
Accepted 09.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The usage of alternative and renewable energy sources is appropriate for energy sector of Ukraine. The paper is devoted to modeling the decomposition and combustion of plant raw materials processes in household solid-fuel boilers (HSFB). It is shown, that the efficiency of HSFB depends on a large extent of its operational and constructive parameters. The advantages and expediency of the use of information technologies for the analysis of the mutual influence of the majority of structural and technological parameters of processes which are taking place in household solid-fuel boilers are noted. An informational technology of research of processes occurring in HSFB is offered. A general case of the pyrolysis high-temperature decomposition of raw materials, construction and the principle of work of household solid-fuel boilers are considered. A complex model of simulation of high-temperature pyrolysis decomposition of plant fuels is proposed.

Since pyrolytic high-temperature decomposition of wood, taking into account the heat exchange between combustion fluxes and coolant is a rather complicated process, the modular modeling method is used. The first stage is two-phase combustion with a lack of oxygen in the gas-generating chamber. The model describes the processes of combustion of liquid and solid fuel at subsonic gas flow rates. The second stage is the single-phase burning of volatiles in the combustion chamber. Volatile combustion models are chosen depending on the speed of the gross reaction. The third stage is the simulation of the heat exchange process between the combustion products and the coolant in a fire-cell element.

The result of the simulation is the diagram of the distribution of the coefficient of oxygen excess, temperature and velocity at all stages of the simulation. The developed model and the data obtained in the simulation allow to establish the relationship between the technological and constructive parameters of the HSFB. It is also possible to provide recommendations on the rationalization of construction for existing household boilers and to propose new constructive solutions.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-20

CFD-МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗНОГО ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РОЗКЛАДАННЯ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ У ПОБУТОВИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛАХ

М.В. Галдінов, В.А. Пешко, Д.В. Риндюк, О.Ю. Черноусенко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

С.Ю. Лементар

Національний університет харчових технологій

У статті проведено моделювання процесу розкладання та горіння рослинної сировини у твердопаливному піролізному побутовому котлі (ТППК), оскільки використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії є доцільним для енергетики України. Показано, що ефективність ТППК значною мірою залежить від його режимних і конструкційних параметрів. Відмічені переваги та доцільність використання інформаційних технологій для аналізу взаємовпливу більшості конструктивно-технологічних параметрів процесів, що проходять у побутових твердопаливних котлах. Запропоновано інформаційну технологію дослідження процесів, що відбуваються у ТППК. Розглянуто загальний випадок процесу піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження, конструкцію та принцип роботи твердопаливного піролізного побутового котла. Запропоновано комплексну модель симуляції процесів високотемпературного піролізного розкладання палива рослинного походження.

Оскільки піролізне високотемпературне розкладання деревини з урахуванням теплообміну між потоками продуктів згоряння й теплоносієм є досить складним процесом, використано метод модульного моделювання. Першим етапом є двофазне горіння при нестачі кисню в камері газогенерації. Модель описує процеси горіння рідкого і твердого палива при дозвукових швидкостях течії газу. Другим етапом є однофазне горіння летких у камері згоряння. Моделі горіння летких обираються залежно від швидкості перебігу бруто-реакції. Третім етапом є моделювання процесу теплообміну між продуктами згоряння та теплоносієм у жаротрубному елементі, що базується на розв'язку рівняння енергії з урахуванням радіаційної складової теплового потоку, Нав'є-Стокса і рівняння для турбулентних функцій переносу.

Результатом моделювання є епюри розподілу коефіцієнта надлишку повітря, температури та швидкостей на всіх етапах моделювання. Створена модель й отримані в результаті моделювання дані дають змогу встановити зв'язок між конструктивно-технологічними параметрами ТППК та надати рекомендації щодо раціоналізації конструкції як існуючих побутових котлів, так і запропонувати нові конструктивні рішення.

Ключові слова: *піроліз, горіння, синтез-газ, твердопаливні побутові котли, CFD-моделювання, коефіцієнт надлишку повітря.*

Постановка проблеми. Енергетична криза та різке підвищення цін на енергоносії вимагають звернути докладну увагу на модернізацію існуючих і використання нових технологій отримання теплової й електричної енергії.

Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком альтернативної енергетики та енергоощадних технологій в усьому світі.

Зважаючи на вищевказане, виникає необхідність у збільшенні використання альтернативних джерел енергії та підвищенні технічного рівня відповідного обладнання. Поступове вичерпання традиційних енергоносіїв і висока вартість енергоресурсів примушують докладно розглянути, у тому числі, і проблему опалення приватних будинків. Розглянувши існуючі технології, відмітимо, що для території України економічно доцільним для опалення приватних будинків є використання піролізних побутових котлів.

Ринок України в достатній мірі забезпечено великою кількістю типів побутових піролізних котлів як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Також безпосередньо сам процес піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження достатньо докладно описано у відповідній науковій літературі. Проте аналіз літературних джерел показав, що зв'язок між конструктивними параметрами існуючих типів піролізних побутових котлів і процесом піролізного високотемпературного розкладання сировини з урахуванням технологічних параметрів, висвітлено недостатньо.

Отже, виникає необхідність у створенні методики дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів відповідного обладнання на перебіг процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відмітимо, що використання у проектувальній практиці експериментальних фізичних моделей є економічно не вигідним, а класичні емпіричні залежності та експериментальний досвід, що традиційно застосовуються для проектних розрахунків, не дають змоги врахувати всі технологічні особливості (нагрівання та формозмінення деталей конструкції, поведінку потоків газів та ін.) та дати кількісну оцінку взаємовпливу конструктивно-технологічних параметрів і поведінки потоків газів у процесі піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження [1].

Тому для аналізу взаємовпливу більшості конструктивно-технологічних параметрів процесів, що проходять у побутових твердопаливних котлах, доцільно використовувати інформаційні технології проектування [2].

Ефективна реалізація технологій спалювання сировини за допомогою твердопаливних піролізних побутових котлів (ТППК) значною мірою залежить від конструктивних особливостей відповідного обладнання, що забезпечує необхідні експлуатаційні показники.

Враховуючи широку номенклатуру типів ТППК та палива, при проектуванні відповідного обладнання виникає проблема визначення взаємозв'язку між конструктивно-технологічними параметрами основних вузлів ТППК.

Оскільки таких параметрів існує достатньо значна кількість, то необхідно визначити раціональний розподіл відповідних конструктивно-технологічних параметрів.

Аналіз останніх досліджень показав, що сучасні інформаційні технології проектування [3] дають можливість визначити кількісні та якісні закономірності процесів взаємодії різних типів палива із елементами технологічного обладнання для заданих схем роботи ТППК. Використання таких методів дає змогу отримати залежності між параметрами для подальшої побудови математичної моделі.

Математичне моделювання процесів горіння й теплообміну з урахуванням конструктивно-технологічних особливостей ТППК є достатньо ефективним методом дослідження, основною метою якого є удосконалення конструкції відповідного обладнання.

Розглянемо загальний випадок процесу піролізного високотемпературного розкладання сировини рослинного походження.

Піроліз деревини (суха перегонка деревини) — розкладання деревини при нагріванні до 450 °С без доступу повітря з утворенням газоподібних і рідких (в т. ч. деревної смоли) продуктів, а також твердого залишку — деревного вугілля.

В основі піролізу деревини лежать вільнорадикальні реакції термодеструкції гемицелюлоз, целюлози та лігніну, що відбуваються, відповідно, при 200—260°C, 240—350°C і 250—400°C; співвідношення констант швидкостей при 320°C становить 10:1:0,25. Кінетичні характеристики піролізу деревини та її компонентів, знайдені різними авторами, помітно різняться. Реакції розпаду деревини, гемицелюлози, целюлози та лігніну мають перший порядок, а енергії активації цих реакцій змінюються в значних межах; для згаданих компонентів деревини, відповідно, 70—80, 135—210 і 55—110 кДж/моль [4]. Константа швидкості піролізу деревини вища, ніж у целюлози, і, наприклад, при 350°C для різних порід знаходиться в діапазоні $(2,8—8,3)10^{-3} \text{ c}^{-1}$. Піроліз деревини — екзотермічний процес, при якому виділяється велика кількість теплоти (1150 кДж/кг).

На підставі лабораторних дослідів можна зробити висновок, що швидкість процесу справляє помітний вплив в основному на стадію розпаду, що проходить в інтервалі температур 260—290°C. Інтенсивна подача тепла в цей час для подрібненої деревини веде до підвищення виходу смоли і зниження виходу вугілля при практично не змінних виходах низькомолекулярних продуктів: кислоти, метанолу, альдегідів. Можна припустити, що при повільному нагріванні частина смоли коксується на поверхні вугілля, збільшуючи його вихід і, одночасно, кисень, що знаходиться в деревині, асимілюється з воднем, даючи воду, і з вуглецем — CO_2 [5].

Продукти, що виділяються при піролізі деревини, утворюються в широкому діапазоні температур. Кожен з продуктів має певну температуру початку утворення, свій максимум і кінець утворення. Максимуми переважного числа продуктів термічного розпаду деревини відносяться до температурного інтервалу, відповідної екзотермічної реакції (виділення надлишкового тепла).

Розглянемо загальну конструкцію та принцип роботи твердопаливного піролізного побутового котла.

Конструкція ТППК передбачає наявність таких складових: сталевий корпус, зварений з листів товщиною 5—7 мм, камера згоряння і кілька керамічних блоків. У задній частині цього обладнання є колектор продуктів спалювання, оснащений витяжним вентилятором. У передній частині — завантажувальні (верхня і нижня) дверцята. Подача головного повітря гарантується завдяки регулювальним сегментам, розташованим у бічних панелях. Що стосується вторинного повітря, то воно нагрівається в задній частині і по трубах відправляється в форсунку. Сформований піролізний газ у топці за допомогою витяжного вентилятора направляєтся в камеру згоряння, де відбувається його змішування з вторинним повітрям.

До переваг даного типу котлів відносять: високу ефективність (85—92%), менші затрати вторинного повітря, і, відповідно, більшу температуру й ефективність, процедурою спалювання піролізного газу простіше управляти, таким чином, процес функціонування піролізного (газогенераторного) котла легко автоматизувати [6; 7]. Численні дослідження показали, що двоокис вуглецю буде викидатися в навколишнє середовище до трьох разів менше, ніж від звичайного дров'яного і, тим більше, вугільного котла [8].

Мета дослідження: розробка методів дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів на основні процеси, що відбуваються в ТПК для подальшого удосконалення конструкції.

Матеріали і методи дослідження. Проведений аналіз процесу високотемпературного розкладання палива органічного походження та існуючих конструкцій твердопаливних піролізних побутових котлів дає змогу отримати необхідні дані для створення математичної моделі.

Піролізне високотемпературне розкладання деревини з урахуванням теплообміну між потоками продуктів згоряння й теплоносієм є досить складним процесом. У таких випадках доцільно використовувати модульне моделювання. Суть цього методу полягає в розбитті складної задачі на декілька більш простих. Вхідними параметрами для кожного наступного етапу є вихідні параметри попереднього. В математичній моделі використано ряд спрощень. Процес горіння в ТППК був розподілений на три основні етапи (рис. 1).

Перший етап — двофазне горіння при недостатчі кисню в камері газогенерації. На цьому етапі відбувається виліт летких і горіння твердого залишку.

Модель течії з двофазним горінням описує процеси горіння рідкого і твердого палива при дозвукових швидкостях течії газу. В основі моделі лежать такі припущення [9]: краплі рідкого палива випаровуються в розрахунковому об'ємі, горіння парів палива відбувається в газовій фазі; частинки твердого палива спочатку випускають леткі, а потім горить коксовий залишок. Горіння летких відбувається в газовій фазі, горіння коксу — на поверхні частинки. У процесі піролізу (виходу летких) розмір частки залишається незмінним (змінюється її щільність). У процесі горіння коксового залишку щільність частки залишається незмінною (змінюється її діаметр). Масова частка золи в коксовому залишку залишається незмінною; газова фаза представлена такими компонентами: леткі, O_2 , N_2 , CO_2 , H_2O ; частинка — це капсула, що містить обумовлені масові частки летких, коксу, золи і вологи.

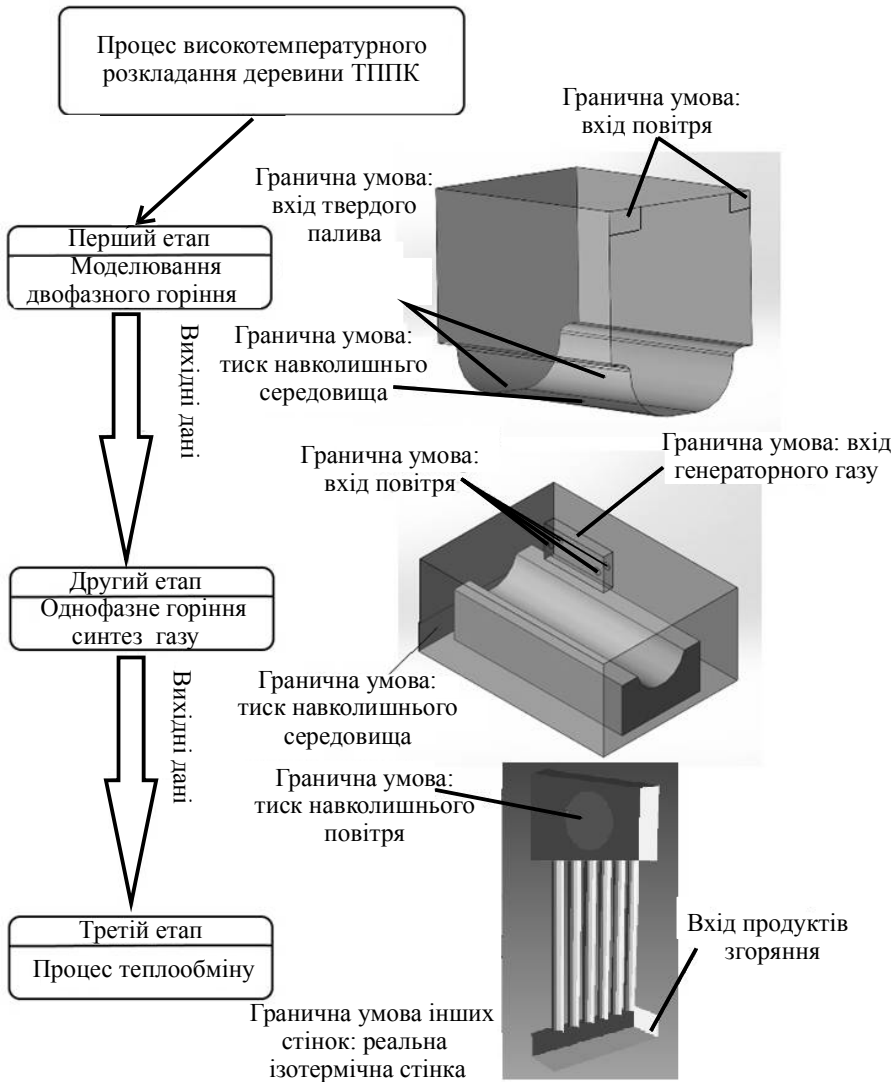


Рис. 1. Схема інформаційної технології дослідження

Якщо частинка рідка, то масові частки коксу, золи і вологи задаються рівними нулю; узагальнена формула рідкого палива і летких: $C_xH_yO_z$; леткі вважаються складеними із шести компонентів: CH_4 , H_2 , CO , CO_2 , H_2O , пари смоли; окислювач: O_2 ; відпрацьовані гази: CO_2 і H_2O ; процеси, що відбуваються за участю азоту і сірки не моделюються. Однак інтегральний тепловий ефект цих процесів враховується [9]. Використану модель процесу піролізу докладно описано в [10].

Другим етапом є однофазне горіння летких у камері згорання. Вхідні дані (кількісні та якісні параметри продуктів згорання) для цього етапу були отримані з попереднього етапу.

Модель горіння базується на таких рівняннях:

Рівняння Нав'є-Стокса:

$$\frac{\partial \rho V}{\partial t} + \nabla(\rho V \otimes V) = -\nabla P + \nabla \left((\mu + \mu_t) (\nabla V + (\nabla V)^T) \right) + S, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho V) = 0, \quad (2)$$

де $S = (\rho - \rho_{hyd})g + \rho B + R$; ρ — густина рідини, кг/м³; V — вектор відносної швидкості, м/с; t — час, с; P — відносний тиск, Па; μ — динамічна в'язкість, кг/м·с; μ_t — турбулентна динамічна в'язкість, кг/м·с; T — відносна температура, К; ρ_{hyd} — гідравлічна густина, кг/м³; g — вектор сили тяжіння, м/с²; B — сили обертання (відцентрова і Кориоліса), м/с²; R — сили ізотропного і (або) анізотропного фільтра опору, кг/м²·с².

Рівняння енергій:

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} + \nabla(\rho V h) = \nabla \left(\left(\frac{\lambda}{C_p} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \nabla h \right) + Q, \quad (3)$$

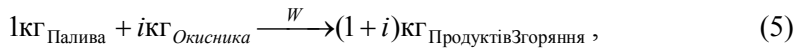
де h — ентальпія, м²/с²; λ — коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К; C_p — питома теплоємність, Дж/кг·К; Pr_t — турбулентне число Прантля; Q — об'ємна густина теплового потоку, Вт/м³.

Рівняння для скалярних величин ξ , що описують концентрацію палива, окислювача, продуктів згоряння, нейтрального газу, оксидів азоту і маркера:

$$\frac{\partial(\rho \xi)}{\partial t} + \nabla(\rho V \xi) = \nabla \left(\left(\frac{\mu}{Sc} + \frac{\mu_t}{Sc_t} \right) \nabla \xi \right) + Q, \quad (4)$$

де Sc — число Шмідта, Sc_t — турбулентне число Шмідта.

Процес горіння представлено в вигляді брутто-реакції:



де i — масовий стехіометричний коефіцієнт; w — осереднена швидкість реакції, кг/м³·с.

Моделі горіння легких обираються залежно від швидкості перебігу брутто-реакції: модель Зельдовича, якщо швидкість брутто-реакції W передбачається нескінченно великою; кінетична модель горіння, коли швидкість брутто-реакції W визначається кінетикою процесу, що справедливо при ламінарній течії газової суміші або горінні попередньо перемішаної суміші; модель Магнуссена, якщо швидкість брутто-реакції W визначається швидкістю турбулентного змішування легких і окислювача; пульсаційна модель у випадку, коли швидкість брутто-реакції W визначається відносною дисперсією γ концентрації відновлених легких [9].

Третім етапом є моделювання процесу теплообміну, що базується на розв'язку рівняння енергії з урахуванням радіаційної складової теплового потоку, Нав'є-Стокса і рівняння для турбулентних функцій переносу [11; 12].

Рівняння енергії з урахуванням випромінювання виглядає так :

$$\frac{\partial(h(T_m))}{\partial t} + \bar{\nabla}(\rho V h(T_m)) = \bar{\nabla} \cdot \left\{ - \left[- \left(\frac{\lambda}{C_p} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \bar{\nabla} h(T_m) \right] \right\} + Q_{enth}^p + Q_{rad}, \quad (6)$$

де Q_{enth}^p — об'ємна густина теплового потоку за рахунок часток, Вт/м³; Q_{rad} — об'ємна густина теплового потоку за рахунок випромінювання, Вт/м³.

Дифузійна модель випромінювання в об'ємі:

$$\nabla \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \nabla E_r \right) + 3(\alpha E_b - \alpha E_r) = 0, \quad (7)$$

де α — інтегральний коефіцієнт поглинання, 1/м; β — інтегральний коефіцієнт розсіювання, 1/м; E_r — щільність енергії випромінювання, Вт/м²; E_b — рівноважна щільність енергії випромінювання, Вт/м².

$$\alpha = \alpha_m E_{b,m} + \alpha_p E_{b,p}; \quad (8)$$

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_p; \quad (9)$$

$$\beta = \beta_m + \beta_p; \quad (10)$$

$$E_{b,m} = \sigma_{rad} T_m^4; \quad (11)$$

$$\alpha_p E_{b,p} = \frac{1}{\Omega} \sigma_{rad} \varepsilon_p \sum_{i=trajectories} \pi r_i^2 N_i T_{p,i}^4; \quad (12)$$

$$\alpha_p = \frac{1}{\Omega} \varepsilon_p \sum_{i=trajectories} \pi r_i^2 N_i; \quad (13)$$

$$\beta_p = \frac{1}{\Omega} (2 - \varepsilon_p) \sum_{i=trajectories} \pi r_i^2 N_i; \quad (14)$$

$$Q_{rad} = -4\alpha n^2 (E_b - E_r); \quad (15)$$

де σ_{rad} — постійна Стефана-Больцмана; Ω — об'єм комірки; ε — ступінь чорноти поверхні; r_i — радіус частин з i -ю траєкторією; N_i — кількість частинок у цій комірці, ε_p — ступінь чорноти частинки; n — коефіцієнт заломлення, індекс « m » позначає поглинаюче і випромінююче середовище, індекс « p » позначає частинки.

Модель турбулентності побудована на базі k — ε моделі турбулентності. В цій моделі турбулентна в'язкість μ_t виражається через величини k і ε таким чином:

$$\mu_t = C_{\mu} \rho \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (16)$$

де k — турбулентна енергія, м²/с²; ε — швидкість дисипації енергії, м²/с³.

Рівняння для k і ε :

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) + \mu_t G - \rho \varepsilon, \quad (17)$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \nabla(\rho V \varepsilon) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t G - C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (18)$$

$$G = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (19)$$

$$Re_t = \frac{\rho k^2}{\mu \varepsilon}, \quad (20)$$

де Re_t турбулентне число Рейнольдса. Значення параметрів k — ε моделі: $\sigma_k = 1$; $\sigma_\varepsilon = 1,3$; $C_\mu = 0,09$; $C_1 = 1,44$; $C_2 = 1,92$.

Викладення основних результатів дослідження. Для розрахунку кожного етапу було створено спрощену просторову 3D модель з урахуванням особливостей процесів, які відбуваються на кожному з етапів. На першому етапі розглядається процес піролізу деревини в камері газогенерації. На другому — горіння генераторного газу (кількісні та якісні параметри якого були отримані на першому етапі) в камері згоряння. Як було визначено в [12—14], основна частина теплопередачі відбувається в жаротрубному теплообміннику. Для спрощення моделі на третьому етапі розглядаємо теплообмін тільки в жаротрубному теплообміннику.

Результати проведених обчислювальних експериментів наведено нижче. Розподіл поля температур, швидкості та коефіцієнта надлишку повітря в камері газогенерації зображено на рис. 2, 3. З рисунків видно, що коефіцієнт надлишку повітря менше одиниці, що є необхідною умовою для піролізного високотемпературного розкладання палива. Первинне повітря подається в лівій верхній частині камери, відбивається від стінки й спускається до форсунки. Це підтверджує поле швидкості та розподілу температур. Застійна гаряча зона, з низькими швидкостями, знаходиться під місцем подачі повітря. І навпаки, в місці збільшення швидкості температура менша.

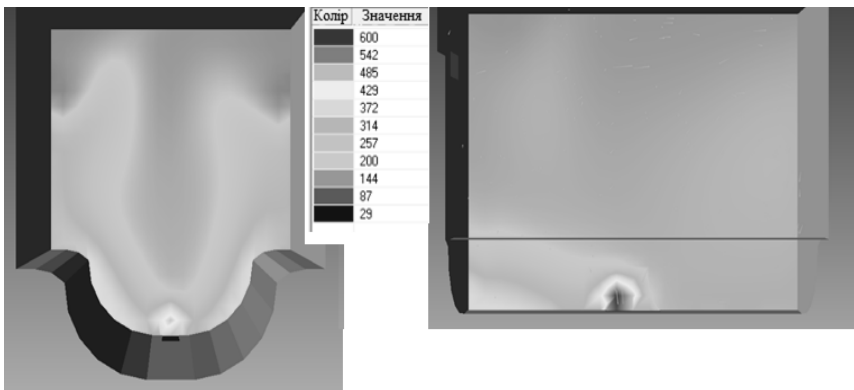


Рис. 2. Розподіл температурного поля, °C

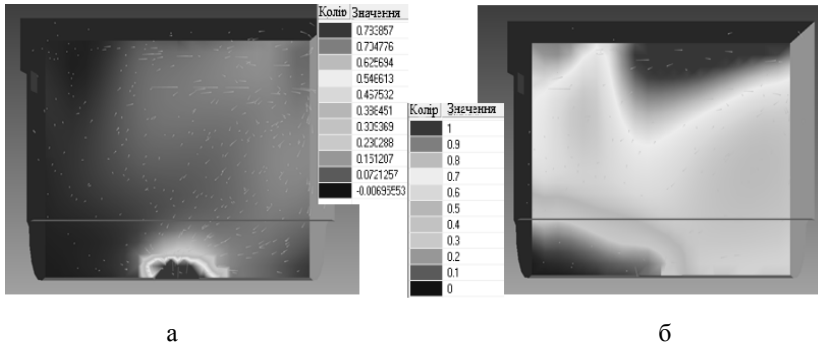


Рис. 3. Поле розподілу а) швидкості, м/с та б) коефіцієнта надлишку повітря

Розподіл коефіцієнта надлишку повітря, поля температур і швидкостей у камері згоряння зображено на рис. 4, 5. Продукти згоряння рухаються в бік виходу з камери згоряння, це підтверджується полем температур (висока температура біля виходу). З форсунки подається повітря з температурою 60°C. Після змішування з генераторним газом відбувається займання та повне згоряння газу. Температура з протилежного від виходу боку нижча.

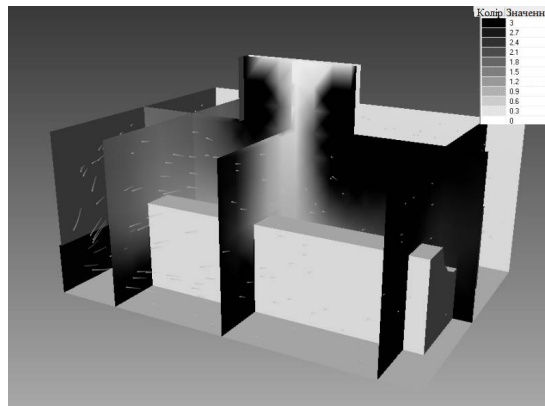


Рис. 4. Розподіл коефіцієнта надлишку повітря

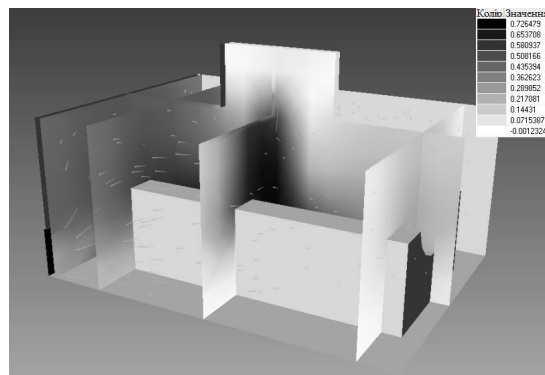


Рис. 5. Розподіл поля швидкостей, м/с

На третьому етапі створено модель теплопередачі в жаротрубних елементах ТППК. Розподіл температур у жаротрубному елементі зображено на рис. 6. Отримані результати показують, що гарячі димові гази, проходячи через жаротрубний елемент, швидко охолоджуються і температура на виході не перевищує 180°C, що відповідає реальним ТППК.

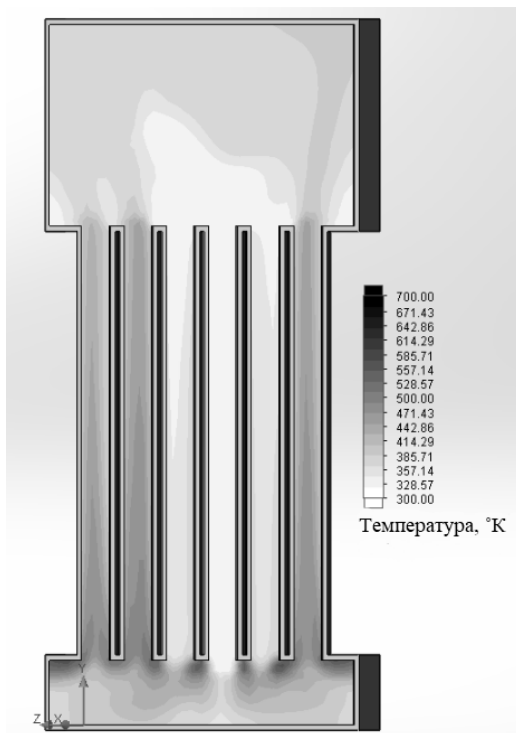


Рис. 6. Розподіл температури в жаротрубному елементі

Отримані картини розподілу коефіцієнта надлишку повітря, температури та швидкості є необхідними для розуміння впливу конструктивно-технологічних параметрів досліджуваного обладнання на перебіг процесів, що проходять в ТППК. Так, наприклад, аналіз розподілу коефіцієнта надлишку повітря дає змогу побачити зони, де відбувається тління ($\alpha < 1$) і, навпаки, зони з коефіцієнтом $\alpha > 1,05$ —1,1 (залежності від виду палива), що свідчать про зменшення температури горіння та, у свою чергу, має значний вплив на екологічність (кількість NO_x) процесу. Розподіл поля швидкості дає змогу виявити застійні зони. Після аналізу отриманих результатів маємо можливість надати рекомендації для подальшої раціоналізації конструкції ТППК.

Висновки

Побудована модель та отримані в результаті моделювання дані є одним з етапів роботи, що дасть змогу в подальшому створити докладну математичну модель процесу та встановити зв'язок між конструктивними параметрами існуючих типів піролізних побутових котлів і процесом піролізного високо-

температурного розкладання сировини з урахуванням технологічних параметрів.

Наведене вище показує як необхідність, так і можливість створення сучасної методики проектування твердопаливних піролізних побутових котлів, як одних з найбільш перспективних у цій галузі. Описана математична модель дає змогу без зайвих затрат на побудову фізичної моделі експериментувати з геометричними розмірами та режимами роботи ТППК. У результаті детального вивчення процесів, які відбуваються в розглянутих котлах, можна надати рекомендації щодо підвищення ефективності роботи та раціоналізації конструкції існуючих та на етапі проектування нових моделей обладнання.

Література

1. Енергія навколо нас / А.С. Конеченков, М.М. Федосенко, Г.А. Шиловіч та ін. — Київ, 1999. — 192 с.
2. Штефан Е.В. Информационная технология проектирования технологического оборудования для механической обработки дисперсных материалов / Е.В. Штефан // Межд. период. сб. науч. тр. «Обработка дисперсных материалов и сред. Теория, исследования, технологии, оборудование». Выпуск № 12. — Одесса : НПО «ВОТУМ», 2002. — С. 72—78.
3. Энергетические установки и окружающая среда / под ред. Маляренко В.А. — Харків : ХГАГХ, 2002. — 398 с.
4. Bridgewater A. Towards the «biorefinery» — Fast Pyrolysis of Biomass / A. Bridgewater // Renewable Energy World. V. 4. 2001, № 1 (Jan. — Feb.), P. 66—83.
5. Чирков В.Г. Учет теплофизических свойств при оценке производительности процесса пиролиза растительной биомассы / В.Г. Чирков, Э.Ф. Вайнштейн // Труды 4-й Международной научно-технической конференции (12—13 мая 2004 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ) ч. 4. — Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2004. — С. 245-251.
6. Братута Э.Г. Перспективы использования топочных агрегатов пиролизного типа / Э.Г. Братута, А.Р. Семеней // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. — 2010. — № 4/74. — С. 8—12.
7. Семеней А.Р. Методика оценки эффективности теплогенератора пиролизного типа в нестационарном режиме эксплуатации / А.Р. Семеней, Э.Г. Братута // Интегровані технології та ресурсозбереження. — 2010. — № 4. — С. 19—22.
8. Братута Э.Г. Оценка эффективности использования пиролизного теплогенератора в системах тепло- и электроснабжения / Э.Г. Братута, А.Р. Семеней // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. — 2011. — № 5. — С. 23—28.
9. Сухоцкий А.Б. Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision версия 2.5.4. Руководство пользователя / А.Б. Сухоцкий. — Москва : ООО «ТЕСИС», 2008. — С. 279.
10. Бабий В.И. Горение угольной пыли и расчёт пылеугольного факела / В.И. Бабий, Ю.Ф. Кував. — Москва : Энергоатомиздат, 1986. — 208 с.
11. Aksenov A. Fluid Structure Interaction analysis using Abaqus and FlowVision / A. Aksenov, A. Dyadkin, T.Lunewski, V.Pokhilko // Proc. 2004 Abaqus user conference. — Boston, 2004.
12. Степанов Д.В. Математичне моделювання теплообмінних процесів у жаротрубному елементі водогрійного котла малої потужності / Д.В. Степанов, С.Й. Ткаченко, Л.А. Боднар // Вісник Вінницького політехнічного інституту — 2007. — № 2. — С. 66—69.
13. Степанов Д. В. Тенденції розвитку теплогенерувального обладнання на твердом паливі / Д.В. Степанов, С.Й. Ткаченко, Л.А. Боднар // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 3. — С. 46—49.
14. Степанов Д.В. Залежності для теплових розрахунків жаротрубних пучків котлів малої потужності / Д.В. Степанов, С.Й. Ткаченко, Л.А. Боднар, Т.Ю. Загаєцька // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2006. — № 2. — С. 25—36.

**THE RESEARCH OF INFLUENCE
OF AMYLOLITIC ENZYMES
ON MICROBIOLOGICAL PROCESSES
IN THE DOUGH AND QUALITY OF RICE BREAD**

I. Medvid, O. Shydlovska, V. Dotsenko
National University of Food Technologies

Key words:

Celiac disease
Gluten
Rice bread
Amylolytic enzymes
 α -amylase
Glucoamylase

Article history:

Received 01.03.2018
Received in revised form
15.03.2018
Accepted 02.04.2018

Corresponding author:

I. Medvid
E-mail:
medvidrina@gmail.com

ABSTRACT

The influence of α -amylase and glucoamylase on the rice dough maturation and quality of rice bread has been studied in the article. It has been stated, that the use of fermentative modification of starch in the rice flour helps to intensify the course of microbiological processes in the dough that leads to improvement of quality of readymade products.

Expediency of preparation of rice semi-prepared product of 50% of rice flour from its recipe amount and the humidity of 65% with further dough kneading on its basis aiming to hydrolyze the starch more completely has been justified. It was proved, that the increase of saccharides in the dough, that appear as a result of hydrolytic decomposition of starch flour by enzymes, leads to increase of carbon dioxide amount exuded during fermentation. It was determined, that during the process of maturation of dough preparations, made on hydrolyzed rice semi-ready product, activation of acid accumulation process takes place. Basing on the results of the study, recommended duration of dough fermentation of 45—50 minutes was offered, as this period is characterized by the highest intensification of microbiological processes that is confirmed by stabilization of oxidation-reducing dough potential. Positive effect of the use of enzymes of amylolytic action in the rice bread technology on specific volume of the dough and elastic properties of crumb of readymade products has been marked.

It has been studied out, that the use of flour starch hydrolyzation in rice bread production helps to prolong the expiration date of its freshness, as a result of increase the amount of dextrans, formed under the influence of α -amylase. As a result of research, the expediency of elaboration of activities aiming to improve elastic properties of rice flour dough to reduce carbon dioxide losses, formed during fermentation.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ТІСТІ ТА ЯКІСТЬ РИСОВОГО ХЛІБА

І.М. Медвідь, О.Б. Шидловська, В.Ф. Доценко

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вплив ферментів α -амілази й глюкоамілази на процеси дозрівання рисового тіста та якість готового хліба. Встановлено, що застосування ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна сприяє інтенсифікації перебігу мікробіологічних процесів у тісті, що призводить до поліпшення якості готових виробів.

Обґрунтовано доцільність приготування гідролізованого рисового напівфабрикату з 50% рисового борошна від його рецептурної кількості та вологистію 65% з подальшим замішуванням тіста на його основі з метою проведення більш повного гідролізу крохмалю. Доведено, що підвищення вмісту цукрів у тісті, які утворюються в результаті гідролітичного розкладу крохмалю борошна ферментами, сприяє збільшенню кількості діоксиду вуглецю, виділеного при бродінні. Визначено, що в процесі дозрівання тістових заготовок, приготованих на гідролізованому рисовому напівфабрикаті, відбувається активізація кислотонакопичення. На основі отриманих результатів досліджень запропоновано рекомендовану тривалість бродіння тістових заготовок — 45–50 хв, оскільки цей період характеризується найвищою інтенсивністю мікробіологічних процесів, що підтверджується стабілізацією окисно-відновного потенціалу тіста. Відмічено позитивний вплив використання ферментів амілолітичної дії в технології рисового хліба на питомий об'єм тіста та пружно-еластичні властивості м'якушки готових виробів.

Встановлено, що застосування гідролізу крохмалю борошна при виробництві рисового хліба сприяє подовженню терміну зберігання його свіжості внаслідок підвищення кількості декстринів, утворених під дією α -амілази. В результаті проведених досліджень визначено доцільність розроблення заходів, спрямованих на покращення пружно-еластичних властивостей тіста з рисового борошна з метою зменшення втрат вуглекислого газу, утворюваного при бродінні.

Ключові слова: *целякія, глютен, рисовий хліб, амілолітичні ферменти, α -амілаза, глюкоамілаза.*

Постановка проблеми. Хлібобулочні вироби складають основу харчування людини. Їх частка в раціоні населення України становить не менше 15%, тому вони традиційно посідають першочергове місце в споживчому кошику. Хліб не тільки задовольняє фізіологічні потреби в поживних речовинах, а й у деяких випадках вирішує лікувальні та профілактичні завдання [1; 2]. У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових видів хлібобулочних

виробів спеціального призначення для хворих на аліментарно залежні захворювання.

Однією з найбільш гострих сучасних проблем є значне розповсюдження хвороб гастроентерологічного характеру. До таких захворювань відносять целиакію (глютеніву ентеропатію), що виникає внаслідок споживання харчових продуктів, до складу яких входить гліадин і глютенін, в генетично схильних осіб та вражає приблизно 1% населення земної кулі. У хворих на целиакію споживання білків, що містять гліадинові фракції, призводить до атрофії ворсинок і пошкодження слизової оболонки тонкого кишечника, що супроводжується мальабсорбцією багатьох важливих поживних речовин. Це може призвести до захворювань, пов'язаних з порушенням травлення, таких як остеопороз, анемія, діабет I типу, розлади шкіри [3; 4]. Виключення подразнюючого фактора в період загострення целиації сприяє нормалізації функціонування кишечника, покращенню засвоєння поживних речовин, поліпшенню загального самопочуття хворого. Єдиним методом лікування цієї хвороби є суворе дотримання безглютенової дієти протягом усього життя людини [5].

Зважаючи на те, що основною сировиною для виробництва хлібобулочних виробів є пшеничне та житнє борошно, яке заборонене для споживання при захворюванні на целиакію, постає необхідність повної заміни борошна з високою концентрацією білкових фракцій сировиною з безглютенівих злаків. Проте з огляду на особливості хімічного складу безглютенівих видів борошна, зокрема відсутності в ньому клейковини, яка відіграє роль структуроутворювача в тісті, хліб «без глютену» має низькі, порівняно з традиційним пшеничним хлібом, органолептичні та структурно-механічні властивості. Тому питання пошуку нових шляхів покращення якості хліба для хворих на целиакію стоїть досить гостро і є актуальним.

Для виробництва хліба досить важливим етапом є бродіння тіста. Саме від процесів, обумовлених життєдіяльністю мікроорганізмів і активацією ферментативної діяльності, які відбуваються при дозріванні, багато в чому залежить якість готових виробів. У технології хліба з пшеничного борошна процес бродіння відбувається за рахунок зброджування власних цукрів сировини. Головною ж частку складає мальтоза, що утворюється при розщепленні крохмалю під дією β -амілази. Інтенсивність бродіння залежить від доступності та кількості поживних речовин, необхідних для розвитку мікрофлори тіста, до яких передусім відносять цукри, що є джерелом живлення для дріжджових клітин [2; 6].

При виробництві безглютенівого хліба альтернативою глютенівмісній сировині є рисове борошно, яке характеризується невеликим вмістом моно- та дисахаридів (до 0,7%), а також низькою активністю власних α - та β -амілаз [7]. Тому його використання як основної сировини для приготування хліба для хворих на целиакію не забезпечує необхідну для розпушення тістових заготовок інтенсивність процесу спиртового бродіння, внаслідок чого випечені з цього борошна вироби мають малий об'єм, низьку пористість і бліду скоринку. Для покращення газоутворювальної здатності безглютенівого тіста науковцями [8] обґрунтовано доцільність додавання 4% цукру, внаслідок чого закономірно збільшується сумарний об'єм виділеного вуглекислого газу. Проте цукор має дегідратаційні властивості, що призводить до розрі-

дження тіста за високих його концентрацій. Молекули сахарози під час контакту з водою вкриваються гідратними оболонками, що збільшує їх міжмолекулярний об'єм, а також знижує швидкість дифузії при набуханні біополімерів.

Актуальним напрямом для покращення якості безглютенового хліба є використання амілолітичних ферментів, які гідролізують крохмаль борошна, внаслідок чого підвищується вміст зброджуваних цукрів у тісті. Рисове борошно є перспективною сировиною для модифікації його вуглеводного складу, оскільки характеризується високим вмістом цього полісахариду (79,1%), а також зменшеними розмірами крохмальних зерен (5—6 мкм), внаслідок чого вони мають високу атакованість амілазами. Ферментативна дія на крохмаль сприяє збільшенню кількості цукрів у тісті, що призводить до активізації в ньому мікробіологічних процесів, а саме: покращення кислотонакопичення та газоутворення в процесі бродіння. У свою чергу, це призводить до збільшення об'єму виробів, покращення пористості й текстури м'якушки. Вибір ферменту визначається бажаним вуглеводним складом кінцевого продукту. Так, α -амілаза неупорядковано гідролізує α -1,4-глюкозидні зв'язки в молекулі амілози, в результаті чого утворюються мальтоза й продукти неповного гідролізу крохмалю — декстрини. На відміну від α -амілази, яка може розщеплювати тільки нерозгалужені ланцюги молекули крохмалю, глюкоамілаза здатна також каталізувати гідролітичний розклад α -1,6-глюкозидних зв'язків розгалужених ланцюгів амілопектину крохмалю. Вона також перетворює в глюкозу декстрини, які утворюються під дією α -амілази [9; 10]. Очевидно, використання амілолітичних ферментів, а саме: α -амілази та глюкоамілази, матиме позитивний вплив не тільки на інтенсифікацію мікробіологічних процесів при бродінні тіста, а й подовження терміну збереження свіжості готового хліба за рахунок накопичення низькомолекулярних декстринів, чого не можливо досягти при додаванні кристалічного цукру.

Отже, проведений аналіз дав змогу виявити перспективність застосування ферментів амілолітичної дії з метою модифікації вуглеводного складу рисового тіста для активізації в ньому мікробіологічних процесів та покращення якості готових виробів.

Метою дослідження є встановлення впливу ферментів з амілолітичною активністю на закономірності перебігу мікробіологічних процесів при дозріванні тіста з рисового борошна та показники якості готових виробів.

Матеріали і методи. Як основну сировину для розробки безглютенового хліба використовували борошно рисове ТМ «World's rice» (ДП «Бест Альтернатива», Україна, ТУ У 15.6-24583590.001-2001) з маркуванням «перекреслений колосок». У дослідженнях застосовували ферменти амілолітичної дії, а саме: α -амілазу грибного походження «Alphamalt VC 5000 SN» (5000 SKB/г, оптимальні рН 4,7—5,8, температура 40—50°C, *Mihlenchemie*, Німеччина) та глюкоамілазу «Glucomil», продуковану *Aspergillus niger* (500 AMG/г, оптимальні рН 3,0—5,5, температура 40—64°C, Німеччина). Також використовували дріжджі пресовані (ПрАТ «Ензим», Україна ДСТУ 4812:2007), сіль кухонну (ДСТУ 3583-97), лимонну кислоту (ГОСТ 908-2004), воду питну (ДСТУ 7525, ДСанПіН 2.2.4-171).

Для забезпечення оптимальних умов дії одночасно α -амілази та глюкоамілази встановлювали температуру середовища 40°C та рН 4,7. Температурний діапазон для активної життєдіяльності дріжджів при бродінні тіста становить 28—32°C, що є не зовсім бажаним для дії ферментів, тому з метою забезпечення більш повного гідролізу крохмалю борошна для збагачення середовища цукрами попередньо готували гідролізований рисовий напівфабрикат з масовою часткою вологи 65% при 40°C. З метою підтримання відповідних рН умов для ферментів 4,7, використовували лимонну кислоту в кількості 0,065% до маси борошна. Для цього з'єднували рисове борошно (50% від його рецептурної кількості), лимонну кислоту, α -амілазу і глюкоамілазу в раніше визначених дозуваннях 0,005% та 0,03% до маси борошна, відповідно, воду за розрахунком. Суміш піддавали гідролізу в термостаті при 40°C протягом 120 хв до накопичення в ній цукрів 5,5—6%. На основі гідролізованого рисового напівфабрикату замішували тісто вологістю 53% з додаванням 3% дріжджів пресованих хлібопекарських, солі та другої частини борошна згідно з рецептурою. Потім формували тістові заготовки та піддавали їх дозріванню за температури 32°C та відносної вологості повітря 85%.

Тісто для контрольного зразка готували без внесення ферментів і лимонної кислоти.

Для дослідження показників, які характеризують перебіг мікробіологічних процесів при бродінні тіста (газоутворювальної здатності, активної та титрованої кислотності, окисно-відновного потенціалу тіста) та якості готових виробів (питомого об'єму хліба, пористості, крихкуватості та ступеня деформації м'якушки) використовували загальноприйняті методики [11].

Результати і обговорення. Важливе значення у формуванні якості хліба відіграють мікробіологічні процеси, перебіг яких у тісті визначається станом вуглеводно-амілазного комплексу зерна. Серед процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, головна роль належить спиртовому та молочнокислому бродінню, інтенсивність яких обумовлюється взаємодією мікрофлори тіста і продуктів ферментативного гідролізу біополімерів борошна та інших складових рецептури. Аналіз вуглеводно-амілазного комплексу рисового борошна свідчить про низький вміст власних моно- і дисахаридів (0,7%) та показник цукроутворювальної здатності (164 мг мальтози/10 г борошна) порівняно з пшеничним борошном (290 мг мальтози/10 г борошна), що вказує на невисоку активність амілолітичних ферментів [12]. Тому для підвищення кількості цукрів у тісті, необхідної для забезпечення процесу бродіння, нами було запропоновано введення в тісто ферментів з амілолітичною активністю, а саме: α -амілази та глюкоамілази.

Газоутворення є головним показником, який характеризує інтенсивність спиртового бродіння в тісті. Він відображає активність дріжджових клітин і забезпечення їх поживними речовинами. Від газоутворювальної здатності залежить перебіг процесу бродіння, збільшення питомого об'єму тіста та хліба, розпушеність м'якушки, а також забарвлення скоринки. Тому на першому етапі досліджень визначали вплив амілолітичних ферментів на процес газоутворення в тісті, приготованого на основі гідролізованого рисового напівфабрикату (рис. 1, 2). Як контрольний зразок готували тісто без внесення ферментів.

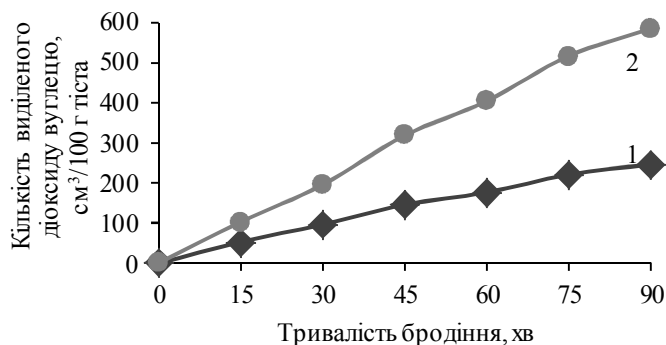


Рис. 1. Газоутворення в рисовому тісті:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

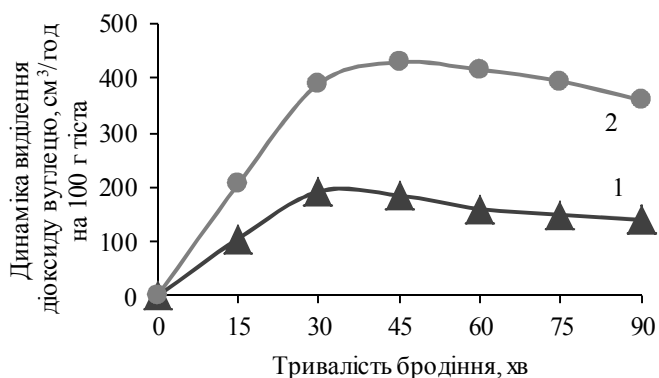


Рис. 2. Динаміка газоутворення в рисовому тісті:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

Встановлено, що використання ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна за допомогою α -амілази та глюкоамілази сприяє інтенсифікації процесу спиртового бродіння, про що свідчить більш активне накопичення діоксиду вуглецю (рис. 1). При цьому сумарна кількість виділеного вуглекислого газу за 90 хв бродіння рисового тіста збільшується на 56,5% порівняно з контрольним зразком. Це пояснюється збагаченням тіста цукрами, внесеними з гідролізованим рисовим напівфабрикатом, які утворюються в результаті гідролітичного розкладу крохмалю борошна ферментами.

Збільшення кількості поживних речовин у рисовому тісті із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна сприяє активізації бродильної мікрофлори. Аналіз швидкості газоутворення в ньому (рис. 2) свідчить про неоднаковий час зброджування дріжджами цукрів порівняно з контрольним зразком. При цьому спостерігається одностадійне бродіння, тобто швидкість газоутворення зростає до максимуму один раз, що є наслідком збільшення в тісті кількості глюкози, яка є продуктом розщеплення крохмалю рисового борошна глюкоамілазою. Відомо, що за досягненням максимальної швидкості газоутворення можна визначити загальну тривалість процесу приготування

тіста. Цукри, які утворилися під час амілолізу крохмалю рисового борошна при приготуванні гідролізованого рисового напівфабрикату, активно зброджуються протягом 60 хв дозрівання тіста, а максимум швидкості газотворення досягається через 45 хв, що може свідчити про готовність тіста. В зразку без використання амілолітичних ферментів екстремум цього показника спостерігається через 30 хв дозрівання, що пояснюється низьким вмістом у ньому власних цукрів і цукроутворювальною здатністю рисового борошна.

Під час дозрівання тіста відбувається накопичення кислореагуючих сполук, які утворюються в результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій і дріжджів та продуктів гідролізу полімерів тіста, що мають кислу реакцію. Титрована кислотність є об'єктивним показником ступеня готовності напівфабрикатів. У свою чергу, активність дріжджів і ферментів суттєво залежить від рН середовища. У зв'язку з цим вплив амілолітичних ферментів на перебіг мікробіологічних процесів у рисовому тісті під час дозрівання оцінювали за зміною його титрованої та активної кислотності протягом 90 хвилин. Результати дослідження динаміки титрованої кислотності тіста при бродінні представлено на рис. 3.

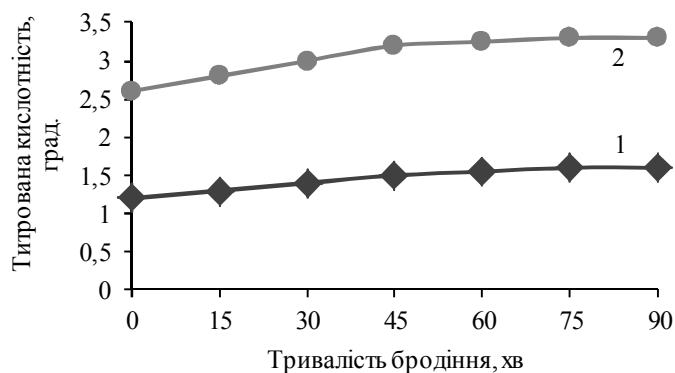


Рис. 3. Зміна титрованої кислотності рисового тіста:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

Аналіз отриманих даних показав, що при використанні ферментативної модифікації рисового крохмалю за допомогою α -амілази та глюкоамілази спостерігається значно інтенсивніше зростання кислотності при дозріванні тіста в дослідному зразку порівняно з контрольним. Підвищення початкової кислотності тіста, приготованого на основі гідролізованого рисового напівфабрикату, на 1,5 град порівняно з контролем, обумовлено внесенням лимонної кислоти з метою створення оптимальних умов для дії амілаз. Через 90 хв дозрівання тіста із застосуванням модифікації крохмалю рисового борошна за допомогою ферментів кислотність збільшується на 0,7 град, тоді як контрольного зразка лише на 0,4 град. Це, ймовірно, пов'язано з більш активною життєдіяльністю молочнокислих бактерій і дріжджів, яка значною мірою залежить від складу живильного середовища, а також від кількості моно- та дисахаридів. З підвищенням титрованої кислотності протягом усієї тривалості бродіння тіста закономірно знижується його активна кислотність (рис. 4).

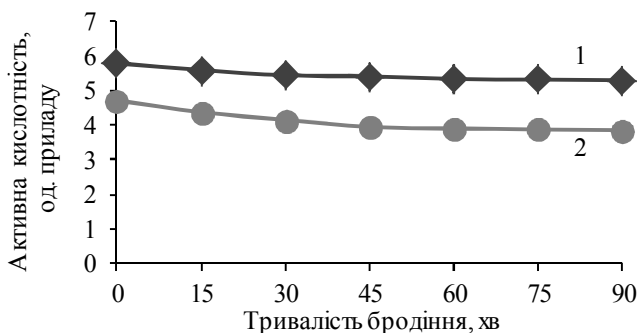


Рис. 4. Зміна активної кислотності рисового тіста:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

При замішуванні тіста на гідролізованому рисовому напівфабрикаті початкове рН середовища знижується до 4,75...4,70 од. приладу, що обумовлено внесенням лимонної кислоти з метою створення оптимальних умов для дії амілаз. Отримані дані (рис. 4) свідчать про те, що в тісті із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна за допомогою α -амілази та глюкоамілази, величина приросту активної кислотності вища порівняно з контролем. Інтенсивність кислотонакопичення в тісті з ферментами набуває тенденції до зменшення через 45 хв дозрівання, тоді як у контрольному зразку — 30 хвилин.

В основі бродіння лежать окисно-відновні реакції, тому, крім зміни титрованої кислотності та рН, відбувається також зміна окисно-відновного потенціалу (ОВП) тіста. ОВП визначали через різницю потенціалів між зануреним платиновим електродом та електродом порівняння (хлор-срібним). Його виражали через від'ємний логарифм парціального тиску молекулярного водню rH_2 , який дає уявлення про сумарний окисно-відновний стан середовища. Ступінь зміни величини rH_2 характеризує інтенсивність процесів, що відбуваються при бродінні тіста, причому процес бродіння відбувається тим активніше, чим більш відновлювані умови створюються в тісті. Для тіста величина rH_2 має діапазон зміни від 0 до 40 і характеризує ступінь відновлення (рух до 40) або окиснення (рух до 0) середовища — від насичення її воднем до насичення киснем [11]. Результати дослідження зміни ОВП тіста при бродінні представлено на рис. 5.

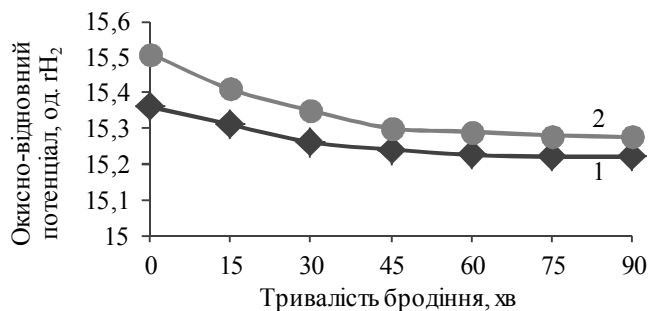


Рис. 5. Зміна окисно-відновного потенціалу (ОВП) рисового тіста:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

Результати досліджень ОВП рисового тіста свідчать, що в зразку з використанням ферментативної модифікації крохмалю борошна створюються більш відновні умови, що сприяє активізації перебігу в ньому мікробіологічних процесів. Це пояснюється збільшеним вмістом цукрів, утворених при приготуванні гідролізованого рисового напівфабрикату під дією α -амілази та глюкоамілази, які являються відновниками в хлібному тісті. Проте додавання лимонної кислоти, яка виступає окисником, дещо урівноважує систему, що не призводить до суттєвої зміни ОВП. Важливе значення для визначення готовності тіста має період стабілізації значення γH_2 , тобто період, коли швидкість зміни γH_2 близька до нуля. Встановлено, що інтенсивність бродіння тіста з використанням ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна набуває тенденції до зменшення після 45 хв бродіння, що, очевидно, зумовлено виникненням дефіциту зброджуваних цукрів. Отримані дані зміни величини γH_2 в процесі дозрівання тіста корелюють з визначенням його титрованої та активної кислотності. Можна зробити припущення, що тривалість бродіння рисового тіста буде знаходитись в межах 45—50 хв, оскільки саме цей період характеризується найвищою інтенсивністю мікробіологічних процесів, що підтверджується стабілізацією ОВП.

Отже, в результаті підвищення кількості легкодоступного цукру, який асимілюється дріжджовими клітинами, відбувається інтенсифікація процесу спиртового бродіння, внаслідок чого можна очікувати покращення структури пористості та об'єму готового хліба. Якість хлібобулочних виробів значною мірою забезпечується високою газотримувальною здатністю тіста та зниженими втратами утворюваного вуглекислого газу. Ці фактори формують розвиток об'єму дріжджового тіста. З огляду на це на наступному етапі досліджень визначали вплив ферментів на питомий об'єм тіста (рис. 6). Тривалість його бродіння становила 45 хв.

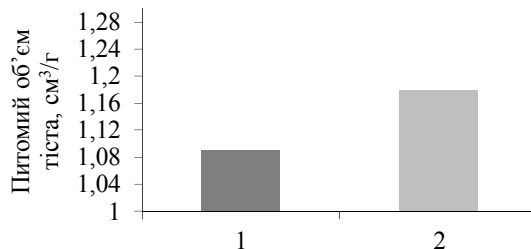


Рис. 6. Питомий об'єм рисового тіста:
1 — контроль (без ферментів); 2 — з ферментами

Аналіз отриманих результатів показує, що питомий об'єм тіста, приготованого на основі гідролізованого рисового напівфабрикату, після 45 хв бродіння збільшується майже вдвічі порівняно з контрольним зразком. Проте тісто з рисового борошна характеризується відсутністю клейковинного каркасу, внаслідок чого накопичення діоксиду вуглецю в ньому є неефективним. Вуглекислий газ, який утворюється при спиртовому бродінні утворює тиск у

тістовій заготовці, в результаті цього на її поверхні з'являються тріщини, через які відбуваються втрати CO₂ при дозріванні та на початку випікання і, як наслідок, об'єм тіста зменшується, що не дає змогу отримати хліб з високим об'ємним виходом. У ході подальших досліджень було визначено вплив застосування ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна на показники якості готових виробів (табл. 1).

Таблиця 1. Показники якості рисового хліба

Показник	Характеристики показників якості хліба	
	Контроль (без ферментів)	З ферментами
Питомий об'єм, см ³ /г	1,27	1,44
Кислотність, град	1,3	2,8
Пористість, %	36,7	41,4
Крихкуватість, %		
через 3 год	2,50	1,30
через 24 год	6,95	2,60
Деформація м'якушки хліба, од. пенетрометра		
через 3 год	48	59
через 24 год	34	46

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив застосування гідролізу крохмалю рисового борошна на зміну структурно-механічних властивостей готових виробів. Інтенсифікація мікробіологічних процесів у тісті із застосуванням α -амілази та глюкоамілази обумовлює покращення питомого об'єму та пористості готового хліба внаслідок підвищення кількості вуглекислого газу, виділеного при бродінні тістових заготовок. Проте аналіз отриманих результатів показує, що питомий об'єм і пористість рисового хліба, приготованого на основі гідролізованого напівфабрикату, збільшується лише на 13,4% і 12,5% порівняно з контрольним зразком, що не дає змогу значно покращити якість готових виробів, тоді як газоутворення за 45 хв бродіння зростає на 54,3% (рис. 1). Пояснити встановлену залежність можна тим, що лише частина вуглекислого газу, який утворюється під час дозрівання, призводить до розпушення тістових заготовок, решта CO₂ втрачається та не має технологічного значення. Це обумовлюється відсутністю в рисовому тісті гідратованої клейковинної мережі, що зазвичай формує просторову структуру тіста з пшеничного борошна.

Встановлено, що проведення гідролізу крохмалю рисового борошна за допомогою α -амілази та глюкоамілази при виробництві хліба призводить до зменшення крихкуватості в 1,9 раза порівняно з контролем для свіжовипечених виробів. Дослідження зміни ступеня деформації м'якушки хліба, приготованого на основі гідролізованого рисового напівфабрикату, показує, що через 3 год зберігання цей показник збільшується на 18%, а після 24 год — на 26%. При цьому зменшення ступеня penetрації хліба із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна відбувається менш інтенсивно, ніж контрольного зразку. Це можна пояснити накопиченням низькомолеку-

лярних декстринів в тісті під дією грибною α -амілази, що забезпечує більш тривалий час зберігання свіжості готових виробів.

Одним із важливих чинників стабілізації процесу утримання пухирців діоксиду вуглецю, утворених у тісті, є його висока газотримувальна здатність, яка є комплексним показником у формуванні об'єму тістової заготовки та, відповідно, питомого об'єму випеченого хліба. Тому подальші дослідження будуть пов'язані з розробленням заходів, спрямованих на покращення пружно-еластичних властивостей тіста з рисового борошна з метою зменшення втрат утворюваного при бродінні вуглекислого газу. Одним із шляхів покращення якості безглютенового хліба може бути використання поверхнево-активних речовин.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що використання амілолітичних ферментів у технології рисового хліба сприяє більш інтенсивному перебігу мікробіологічних процесів у тісті, що виявляється в активізації в ньому газо- та кислотонакопичення, зміні окисно-відновного стану середовища. Це зумовлено збільшенням у тістових заготовках кількості поживних для бродильної мікрофлори цукрів, що утворюються внаслідок гідролізу крохмалю рисового борошна під дією α -амілази та глюкоамілази. На основі отриманих даних з визначення впливу модифікації крохмалю борошна амілазами на перебіг мікробіологічних процесів у тісті рекомендовано встановити тривалість бродіння тістових заготовок 45—50 хв. Використання ферментів у технології рисового хліба позитивно впливає на питомий об'єм тіста та сприяє покращенню пружно-еластичних властивостей м'якушки готових виробів. Крім того, виробництво хліба за запропонованою технологією дає змогу отримати вироби з подовженим терміном збереження свіжості.

Література

1. Олійник С.Г. Продукти переробки зародків вівса та кукурудзи як перспективна сировина в технології хлібобулочних виробів / С.Г. Олійник, Г.В. Степанькова, О.І. Кравченко // Харчова наука і технологія. — 2015. — № 9(3). — С. 62—68.
2. Шаніна О.М. Вплив трансклятамінази на газоутворювальну та газотримувальну здатність рисового тіста / О.М. Шаніна, В.О. Алексенко // Вісник Харківського національного технічного університету та сільського господарства ім. Петра Василенка. — 2014. — Вип. 152. — С. 341—349.
3. Lamireau T. Epidemiologie de la maladie coeliaque / T. Lamireau, H. Clouzeau // Pathologie Biologie. — 2013. — # 61(2). — P. 1—4.
4. Hatta E. Bacillolysin, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread / E. Hatta, K. Matsumoto, Y. Honda // Journal of Cereal Science. — 2015. — # 61. — P. 41—47.
5. Дробот В.І. Дослідження впливу способу приготування тіста на показники якості безглютенового хліба / В.І. Дробот, А.М. Грищенко // Харчова наука і технологія. — 2012. — № 1(18). — С. 77—78.
6. Артамонов А.А. Исследование влияния инулина на микробиологические процессы, происходящие при тестоведении / А.А. Артамонов, А.Ю. Крыницкая // Вестник технологического университета. — 2017. — Т. 20, № 5. — С. 122—124.

7. Красина И.Б. Углеводно-амилазный комплекс вторичных продуктов переработки риса-зерна / И.Б. Красина, Т.Н. Прудникова, А.С. Зюзько // Известия вузов. Пищевая технология. — 2008. — № 2—3. — С. 32—33.

8. Грищенко А.М. Використання цукру в технології безбілкового та безглютенowego хліба / А.М. Грищенко, Л.А. Михонік, В.І. Дробот // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодні та перспективи: Міжнарод. наук.-практ. конференції, 27—28 вересня 2010 р.: тези доп. — 2010. — Ч. 1. — С. 17—18.

9. Капрельянц Л.В. Использование ферментов в хлебопечении / Л.В. Капрельянц // Харчова наука і технологія. — 2009. — № 1(6). — С. 34—38.

10. Поптер Л. Ферментная обработка муки / Л. Поптер // Хлебопродукты. — 2009. — № 6. — С. 46—49.

11. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник / за ред. чл.-кор. НААН В.І. Дробот. — Київ : Кондор-Видавництво, 2015. — 972 с.

12. Грищенко А.М. Технологічні властивості безглютенових видів сировини / А.М. Грищенко, В.І. Дробот // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — 2014. — Т. 1, Вип. № 46. — С. 162—166.

BIOCHEMICAL PROCESSES IN THE DOUGH FOR DIABETIC BAKERY PRODUCTS, ENRICHED WITH PROTEINS AND FOOD FIBERS

A. Shevchenko

National University of Food Technologies

Key words:

Biochemical processes
Casein
Jerusalem artichoke powder
Bran buckwheat fiber
Fructose

Article history:

Received 12.03.2018
Received in revised form 03.04.2018
Accepted 19.04.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Today the problem of manufacturing of products, in particular bakery products for people with diabetes mellitus, enriched with useful substances such as proteins and edible fibers is acute in the world. Biochemical processes in the dough system during their manufacturing when additional components are researched insufficiently. Therefore, such studies are relevant, because they determine the quality of finished products.

As objects of research there were chosen a dough system with fructose for manufacturing bakery products, casein as a source of protein, artichoke powder and buckwheat bran fiber as sources of food fibers.

The kinetics of sugars in the dough was determined by the number of formed and fermented sugars, the fractional composition of proteins, the intensity of acid accumulation and the amount of volatile acids were also determined. The content of sugar depends on the ratio between the intensity of accumulation of sugars in the dough and its digestion by microorganisms. Improvement of sugar forming ability in the dough with the use of researched additives is established.

Significant changes are expected in the composition of the protein substances of the dough, as casein was selected as a protein enrichment agent for diabetic products. During fermentation due to the action of proteolytic enzymes, disaggregation of protein molecules and hydrolysis of polypeptide chains occurs. And rheological properties of the dough depend on the composition of the protein fractions. Investigation of the fractional composition of proteins showed an increase of water-soluble and intermediate nitrogen fractions in the dough, which contributes to the improvement of nutrition of microorganisms of the dough.

During the fermentation of the dough acidifying substances accumulate. They increase the titrated and active acidity. The introduced ingredients have a significant amount of inorganic acids, which will affect the taste properties of baked goods. The increase of volatile acids in the dough and finished products compared to the control sample without additives was also established.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-22

БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ТІСТІ ДЛЯ ДІАБЕТИЧНИХ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ БІЛКАМИ ТА ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

А.О. Шевченко

Національний університет харчових технологій

Сьогодні в усьому світі особливої гостроти набуло питання виготовлення виробів, зокрема хлібобулочних, для людей, хворих на цукровий діабет, збагачених корисними речовинами, такими як білки та харчові волокна. Недостатньо досліджено біохімічні процеси, які відбуваються в тістовій системі за їх виготовлення при внесенні додаткових компонентів. Тому такі дослідження є актуальними, адже вони визначають якість готової продукції.

Об'єктами досліджень обрано тістову систему з фруктозою для виготовлення булочних виробів, казеїн як джерело білка, порошок топінамбуру та клітковину висівок гречки як джерела харчових волокон.

Визначено кінетику цукрів у тісті за кількістю утворених і зброджених цукрів, фракційний склад білків, інтенсивність кислотонакопичення та кількість летких кислот. З'ясовано, що вміст цукру залежить від співвідношення між інтенсивністю накопичення цукрів у тісті та збродженням їх мікроорганізмами. Встановлено покращення цукроутворювальної здатності у тісті при використанні досліджуваних добавок.

Передбачаються значні зміни у складі білкових речовин тіста, адже як білковий збагачувач діабетичних виробів було обрано казеїн. У процесі бродіння під дією протеолітичних ферментів відбувається дезагрегація молекул білка, гідроліз поліпептидних ланцюгів. А від складу фракцій білка залежать реологічні властивості тіста. Дослідження фракційного складу білків показали збільшення у тісті водорозчинної та проміжної фракції азоту, що сприяє покращенню живлення мікроорганізмів тіста.

Під час бродіння тіста накопичуються кислореагуючі речовини, які спричиняють збільшення титрованої та активної кислотності. Внесені інгредієнти у своєму складі мають значну кількість неорганічних кислот, які впливатимуть на смакові властивості випечених виробів. Встановлено зростання кількості летких кислот у тісті та готових виробів (порівняно з контролем без добавок).

Ключові слова: біохімічні процеси, казеїн, порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки, фруктоза.

Formulation of the problem. Recently diabetes mellitus has become widespread in the world. But the range of products with a low glycemic index and a high nutritional value, enriched with useful substances, such as complete proteins and edible fibers [1—4], presented on the market is small. To reduce the glycemicity of products, sugar substitutes are used and fructose as a product that does not increase blood sugar level [5]. There is actual to use milk proteins, as components of high-grade chemical composition, and cereals for the enrichment of bakery products with fiber [6; 7]. For diabetic nutrition inulin-containing raw

materials are especially useful, they do not increase sugar level in the blood and at the same time provides body with fiber [8; 9]. It should be noted that at this time the influence of non-traditional raw materials and additives on the technological process of making bakery products is not sufficiently researched. The decisive role in bread technology belongs to biochemical processes [10]. During the maturation of the dough, the biotransformation of its polymers takes place. Significant changes are observed in the protein-proteinase and carbohydrate-amylase complex. The biochemical processes occurring in the dough are the splitting of the components of the flour, mainly proteins and starch, under the action of own flour enzymes, as well as enzymes of yeast and other microorganisms. Sugars and nitrogenous substances accumulate in the dough. In this case, a certain degree of decomposition of proteins is desirable, as it allows to obtain sufficiently elastic dough with optimal properties for obtaining good quality bread [11]. In addition, the products of the decomposition of proteins during the baking stage are involved in the formation of the color, taste and flavor of bread [12]. When intensive decomposition of proteins, especially with the use of weak flour, the dough spreads and the quality of bread is unsatisfactory. Therefore, the intensity of proteolysis is regulated taking into account the strength of the flour.

As a result of the digestion of starch by enzymes, maltose (5—6% by weight of the flour) is formed, which is spent on the fermentation of dough and involved in the process of baking, determining the taste and color of the crust of bread.

As biochemical processes are among the determining factors, **the purpose of our research** was to determine the effect of a mixture of proteins and food fibers on the course of biochemical processes in the dough with fructose for diabetic nutrition.

Materials and methods. For research, samples with high quality wheat flour, yeast, salt, and fructose were prepared. Fructose was dosed in an amount of 5% by weight of flour. As added ingredients there was a mixture of casein with Jerusalem artichoke powder (9% and 4% by weight of flour) and a mixture of casein with fiber of bran buckwheat (8% and 8% by weight of flour). As a control there was a product with fructose without additives.

The course of biochemical processes was determined by the kinetics of sugars during maturation of the dough, the rate of acid accumulation and the degree of disaggregation of proteins. The content of volatile acids in the dough and finished products was also characterized.

The kinetics of sugar accumulation was determined by the accelerated iodometric method without hydrolysis in terms of maltose. Its content was established in yeast and non-yeast dough after mixing and after 1.5 and 3 hours of fermentation. The principle of the method is based on the fact that during boiling of the exact amount of Feling liquid with the investigated solution containing reducing sugars, the latter restore the bivalent copper to monovalent copper oxide. Next, remaining divalent copper is acted by potassium iodide. Marked molecular iodine is titrated with sodium thiosulfate solution. In parallel, a control experiment is conducted, in which distilled water is taken instead of the investigated solution. By the difference in volumes of sodium thiosulfate solution spent on titration of the control experiment and the investigated one, the amount of bacillus copper recovered by sugar is determined [13].

The intensity of acid accumulation was determined by the titrated and active acidity of the dough. The method for determining the titrated acidity is based on titration of a milled dough or crumb by 0.1 mol / dm³ sodium hydroxide with the presence of a phenolphthalein indicator. Active acidity is determined using a pH meter in yeast and non-yeast dough after mixing and after 1.5 and 3 hours of fermentation [13].

The content of volatile acids was determined by the semi-micromethod of ASDIFT. The extract of dough or bread crumb is prepared, the indicator paper kongo red is put and after acidification by 1 mol / dm³ sulfuric acid is distilled. The resulting distillate is heated to reflux and titrated with 0.05 mol / dm³ sodium hydroxide solution with the phenolphthalein indicator [13].

The fractionation of the nitrogen-containing substances of the dough is carried out according to the scheme of Chyzhova K.N. and Shkvarkina T.I. Determination of the total nitrogen content in dough and gluten nitrogen is carried out by combustion of the sample due to the modified Kjeldahl method. Modification of the method consists in determining the content directly in the solution of the zeolite sample (without distillation) using indirect hypochlorite-iodometric titration. The principle of the method is the oxidation of ammonium in a light-alkaline medium with excessive amount of hypochlorite, the remainder of which is then determined by indirect iodometric titration. The content of the water-soluble fraction and non-protein nitrogen is determined after extraction and burning of the extract. Amount of nitrogen of free amino acids is determined by the method of formolith titration. The nitrogen content of the intermediate fraction is calculated as the difference between the content of total nitrogen and its total amount in gluten and water-soluble fractions [13].

Results and discussion. The process of gas formation in the dough is stipulated by the sugar-forming ability, which is provided by the activity of amylase and the tolerance of starch to the amylolysis. The content of sugar depends on the ratio between the intensity of accumulation of sugars in the dough and their digestion by microorganisms. In the presence of a mixture of casein and powder of artichoke and casein and buckwheat cellulose, the process of amylolysis passes more intensively than in the control sample, as evidenced by the accumulation more quantity of sugars during fermentation. After 3 hours after mixing the dough with additives, there were fermented sugars by 13.8% and 3.0% respectively more, than in the control sample (Table 1), indicating a positive effect of additives on the sugar-forming ability.

Table 1. Acidification and fermentation of sugars in the process of fermentation of dough, % on dry matter

Indexes	Sample with fructose (Control)	Sample with casein and Jerusalem artichoke powder	Sample with casein and cellulose of buckwheat bran
1	2	3	4
Dough without yeast			
After mixing	7,3	8,3	8,8
After 3 hours of fermentation	9,4	11,8	10,9

Continuation of Table. 1

1	2	3	4
Formed sugar s	2,1	3,5	2,3
Yeast dough			
After mixing	7,6	8,4	8,9
After 3 hours of fermentation	6,3	8,0	7,7
Fermented sugars	3,4	3,9	3,5

During the fermentation of the dough acidifying substances are accumulated. They increase the titrated and active acidity. It was established (Fig. 1) that adding a mixture of casein with powder of Jerusalem artichoke and casein with cellulose of buckwheat bran leads to the increase of titrated acidity by 0.1 and 0.3 degrees, respectively, due to the higher acidity of the added ingredients. Intensification of acid accumulation can be explained by the improvement of nutrition of lactic acid bacteria due to the constituents of additives.

During fermentation, the pH of the dough decreased (Fig. 2), which correlates with the value of titrated acidity at 2.2—6.2% obviously due to the intensification of microbiological processes.

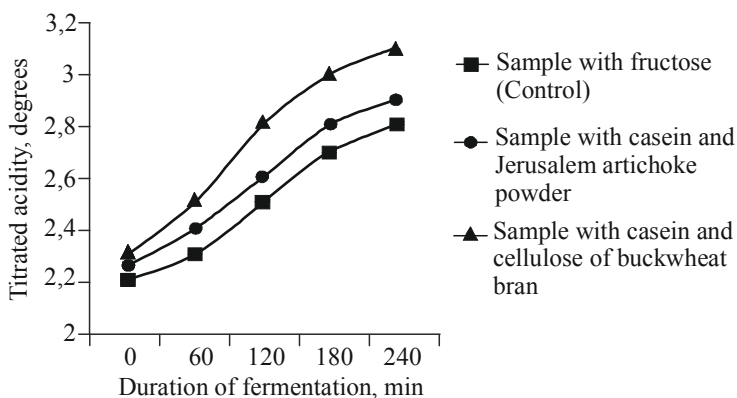


Fig. 1. Titrated acidity

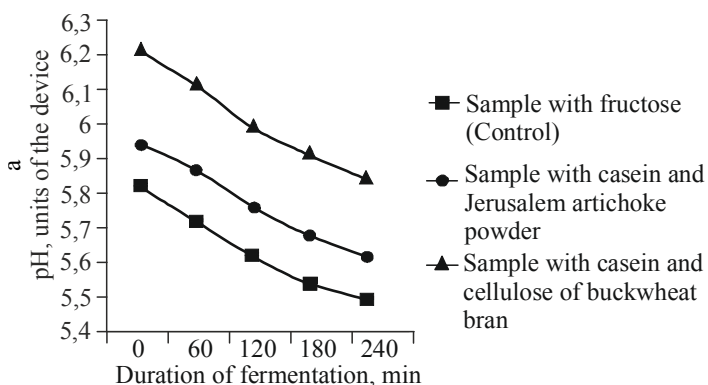


Fig. 2. Active acidity

The introduced ingredients in their composition have a significant amount of inorganic acids, which will influence on the taste properties of baked goods. Therefore, it was advisable to examine their content in the vinified dough and finished products.

It was established (Table 2) that the additives influence on the increase of the production of volatile acids by bacterial microflora of the dough: a sample with a mixture of casein and artichoke powder — by 15%, with a mixture of casein and cellulose of buckwheat bran — by 23.3%. In finished products the amount of volatile acids decreased, compared to their content in the dough, which is due to their weathering under the influence of temperature during the baking process.

Table 2. The content of volatile acids in dough and bread

Indexes	Sample with fructose (Control)	Sample with casein and Jerusalem artichoke powder	Sample with casein and cellulose of buckwheat bran
Dough			
Titrated acidity of the vintage dough, deg	2,8	2,9	3,1
Content of volatile acids,%	18,5	21,2	22,8
Bread			
Titrated acidity of bread, deg	1,8	2,0	2,2
Content of volatile acids,%	15,8	18,1	19,7

Significant changes occurred in the protein substances of the dough, because casein was chosen as a protein enrichment agent for diabetic products. In addition, the Jerusalem artichoke powder and the buckwheat seed fiber contain also a small amount of protein. During fermentation under the action of proteolytic enzymes, disaggregation of protein molecules occurs as well as the hydrolysis of polypeptide chains. And rheological properties of the dough depend on the composition of the protein fractions. It has been established (Table 3.) that the content of total nitrogen in samples with additives is greater by 11.5% and 38% than in the control due to the added with the additional ingredients protein. The amount of gluten nitrogen in the fermentation process is reduced due to the transfer of its part to the water-soluble and intermediate fraction. Water-soluble nitrogen is an additional nutrition for the dough microflora. An increase in its amount was observed in the process of fermentation of the dough in all samples, and to a greater extent in samples with additives. This is a consequence of proteolysis in the dough. The content of the intermediate fraction also increases as a result of lowering the pH of the dough in the case of using additives. In this case, non-protein nitrogen (amides, nitrogen of free amino acids, etc.) is formed. Increasing the content of water-soluble and intermediate fractions leads to the improving of microorganisms' nutrition and rheological properties of the dough.

Table 3. Fractional composition of protein substances of the dough, mg/100 g of dry matter

Sample	Nitrogen content by fractions,% to dry matter of the dough					
	total	gluten nitrogen	water-soluble fraction	intermediate fraction	non-protein nitrogen	nitrogen of free amino acids
Sample with fructose (Control)						
After mixing	3,73	3,06	0,41	0,26	0,07	0,01
After fermentation		2,92	0,44	0,37	0,08	0,014
Sample with casein and Jerusalem artichoke powder						
After mixing	4,16	3,1	0,43	0,63	0,1	0,05
After fermentation		2,88	0,46	0,82	0,13	0,059
Sample with casein and cellulose of buckwheat bran						
After mixing	5,15	3,95	0,56	0,74	0,18	0,05
After fermentation		3,87	0,48	0,80	0,22	0,62

Conclusions

It was established that the addition of protein and food fibers sources influences positively on the course of biochemical processes during the manufacture of bakery products. Sugar-forming ability improves, the amount of volatile acids increases, which contributes to the formation of a more pleasant flavor of finished products. The addition of additives leads to the increase of the density of water-soluble and intermediate fractions of nitrogen, which contributes to the improvement of nutrition of microorganisms of the dough and improves its rheological properties. Therefore, the enrichment of products with the investigated sources of protein and dietary fiber is appropriate in view not only of increasing the nutritional value of finished products, but also of intensifying biochemical processes during their production.

References

1. Полумбрик М.О. Углеводы в пищевых продуктах : монография. / М.О. Полумбрик, В.В. Литвяк, З.В. Ловкис, В.Н. Ковбаса // Нац. ун-т пищ. технол., Украина; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию, Республика Беларусь. — Минск : Минфина, 2016. — 592 с.
2. Haripriya, S., Premakumari, S., (2010). Effect of wheat bran on diabetic subjects, Indian Journal of Science and Technology, 3(3): 284—286.
3. Mohamed, S., (2014) Functional food against metabolic syndrome (obesity, diabetes, hypertension and dislipidemia) and cardiovascular diseases, Trends in Food Science and Technology, 35, 114—128.
4. Nathan D.M., (2010) Navigating the choices for the diabetes prevention, N. Engl. J. Med., 1—3.
5. Місечко Н.О. Використання фруктози і лактулози в технології хлібобулочних виробів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.О. Місечко. — НУХТ, 2014. — 20 с.
6. Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S.Y., Perera, C.O., (2010). Properties of Bread Dough with Added Fiber Polysaccharides and Phenolic Antioxidants: A Review. J Food Sci, 75(8): 163—174.

7. *Davidenko, O.* (2013). Control of protein and energy intake — brain mechanisms. *European Journal of Clinical Nutrition*. № 67, 455—461.
8. *Rubel, I.A., Perez, E.E., Manrique, G.D., Genovese, D.B.*, (2015). Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. *Food Structure*, 3: 21—29.
9. *Коркач Г.В.* Вплив порошку топінамбура на якість хлібобулочних виробів / Г.В. Коркач, Т.С. Лебеденко, Н.Ю. Соколова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — 2009. — 36, том 1. — С. 137—140.
10. *Claire, J.*, (2014). *The Chemistry of Baking*. Senior Theses, 23. 92.
11. Процеси, що відбуваються підчас утворення тіста / Київ. Baker-Group. Режим доступу : <https://baker-group.net/bread-and-bakery-products/technology-of-bread-and-bakery-products/-976-2015-09-29-20-08-53.html>.
12. *Everts, S.* (2012). “The Maillard Reaction Turns 100”. *Chemical & Engineering News*, 90 (40): 58—60
13. *Дробот В.І.* Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів / В.І. Дробот // Київ, НУХТ, 2015. — 902 с.

ANATOMIC STRUCTURE OF FROZEN STRAWBERRIES DEPENDING ON PREVIOUS PROCESSING

I. Zamorska

Uman National University of Horticulture

Key words:

*Freezing
Strawberry
Solution
Concentration
Microstructure*

Article history:

Received 16.03.2018
Received in revised form
28.03.2018
Accepted 18.04.2018

Corresponding author:

I. Zamorska

E-mail:

zil197608@gmail.com

ABSTRACT

The anatomical structure of frozen strawberries, cv. Ducat, depending on pre-treatment in potato starch solutions with concentration 1, 2, and 3% and sugar-pectin solutions with concentration 1 and 2% in equal correlation of sugar and pectin, was studied.

It has been found out that mesocarp cells of strawberries at a consumer stage have large parenchyma cells with thin membranes, large intercellular walls as thick as 50—75 μm , and as long as 150—225 μm . They are long in strawberries cv. Polka, Honey and Rusanivka, and they are round and angular-oval in Ducat strawberries. Mesocarp cells of strawberries are filled with cellular sap, and large intercellular walls — with air.

The microscopy of the received samples of frozen strawberries showed the formation of ice crystals of various sizes in intercellular space and distinct changes in the structure of parenchyma tissues, which were seen in the change of the form and the loss of integrity. Instead, epidermis cells did not lose their form and integrity. The membrane thickness on a surface in the strawberries treated with 1%-starch solution was 0,1 mm, and in those treated with 2 and 3% of starch solution — more than 0,1 mm. The treatment of strawberries in sugar-pectin solutions of different concentrations resulted in the formation of membrane on strawberry surface — 0,05 and 0,1 mm.

The tissue microstructure of frozen strawberries, which were pre-treated in the solutions with structure-maintaining properties, remained in a better condition, which was due to the decrease of mass loss during freezing and the prevention of cell moisture loss during defrosting.

A serious preservation of the form and structure, compared with other variants, was found when strawberries were treated in 3% starch solution and 2% sugar-pectin solution.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-23

АНАТОМІЧНА БУДОВА ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД СУНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ

I.Л. Заморська

Уманський національний університет садівництва

Суниця — цінна ягідна культура, що користується значним попитом на ринку у свіжому та замороженому вигляді. Проте під час заморожування

ягід спостерігаються негативні зміни структури тканин, запобігти яким можна за допомогою попередньої обробки ягід перед заморожуванням.

Досліджено анатомічну будову свіжих і заморожених ягід суниці сорту Дукат, що були попередньо оброблені перед заморожуванням у розчинах картопляного крохмалю з концентрацією 1, 2 і 3% та в цукрово-пектинових з концентрацією 1 і 2% у рівних співвідношеннях цукру та пектину.

Встановлено, що клітини мезокарпії ягід суниці в споживній стадії стиглості мають крупні паренхімні клітини з тонкими оболонками, великими міжклітинниками завширшки від 50 до 75 $\mu\text{м}$ та завдовжки від 150 до 225 $\mu\text{м}$. Клітини мезокарпії ягід суниці заповнені клітинним соком, а великі міжклітинники — повітрям. Попередня обробка ягід суниці сприяла утворенню на поверхні ягід плівки товщиною 0,05—0,1 мм залежно від концентрації розчину.

Під час заморожування виявлено утворення кристалів льоду всередині паренхімних тканин ягід з локалізацією їх у міжклітинному просторі. Істотне збереження форми та структури ягід встановлено у варіантах з їх обробкою у 3-процентному розчині крохмалю та 2-процентному цукрово-пектиновому розчині.

Доведено, що попередня обробка ягід суниці перед заморожуванням у розчинах зі структуроутримуючими властивостями сприяла збереженню структури тканин завдяки утвореній на поверхні плівці, запобігаючи витіканню клітинної вологи. Збереженість структури ягід корелювала з концентрацією розчину для обробки.

Ключові слова: заморожування, суниця, розчин, концентрація, мікроструктура.

Постановка проблеми. Суниця — одна із найбільш популярних і цінних ягідних культур в Україні та світі, що зумовлено її адаптивністю до умов вирощування, високою рентабельністю виробництва, гармонійним смаком і ароматом. Заморожені ягоди суниці користуються значним попитом на світовому ринку, а до найбільших імпортерів відносять США (25%), Німеччину (12%), Францію (9%), Японію (7%) та Канаду (6%) [1]. Експорт заморожених ягід суниці з України у 2015 р. приніс прибутку втричі більше, ніж свіжих [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однак унаслідок заморожування соковитої рослинної сировини в ній відбуваються зміни органолептичних властивостей, що зумовлені утворенням кристалів льоду, зневодненням гідрофільних колоїдів, концентруванням водорозчинних сухих речовин і ще рядом причин, на які посилаються українські та зарубіжні вчені.

Повільне заморожування сприяє утворенню крупних позаклітинних кристалів льоду, що викликають механічні пошкодження рослинних тканин [3] і зміну транспортних властивостей клітинних мембран, внаслідок чого втрачається їхня напівпроникність. Це спричиняє втрати вологи та речовин, що розчинені в клітинному сокові [4].

Для запобігання небажаним змінам харчової, біологічної цінності та органолептичних властивостей плодовоовочевої продукції у ряді досліджень

запропоновано різні способи попередньої обробки сировини перед заморожуванням, що сприяють збереженню якості [5].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Окремим напрямом попередньої обробки рослинної сировини є збереження її структури після дефростації, оскільки деякі види сировини мають високу здатність до зміни своєї форми. Для підвищення стійкості клітинної структури до замерзання використовують розчини сахарози, гідроколоїдів, кальцію та натрієвої солі, а також сумішей, що включають ці компоненти. Вплив цих сполук на клітинну структуру зумовлений взаємодією з компонентами клітинної стінки, що сприяє зменшенню росту кристалів льоду та підтримання цілісності тканин [5].

За даними М. Suutarinen [6], структурну міцність свіжих ягід суниці зумовлюють тургор клітини, тип і кількість її вмісту, а також характер клітинної стінки і серединної пластинки, що «цементує» окремі клітини для формування тканин [7]. Негативні зміни гістологічної структури суниці під час заморожування залежать не лише від швидкості заморожування і розмірів кристалів льоду, а й від структури окремих типів тканин у суниці. Так, під час заморожування не виявляють змін в епідермісі і ксилемі, але спостерігають незначний розрив паренхімних клітин. У ягід сортів з крупними клітинами негативні наслідки розривів клітин виражені сильніше [6]. Тому вивчення змін анатомічної будови заморожених ягід суниці залежно від попередньої обробки в розчинах зі структуроутримуючими властивостями є актуальним.

Мета статті: дослідження впливу попередньої обробки ягід суниці в розчинах зі структуроутримуючими властивостями на зміни їхньої анатомічної будови під час заморожування.

Викладення основних результатів дослідження. Об'єктом дослідження були ягоди суниці сорту Дукат. Ягоди отримували в день збирання, сортували, видаляли чашолистки, мили, підсушували та занурювали у розчин картопляного крохмалю з концентрацією 1, 2 і 3% і в цукрово-пектиновий розчин з концентрацією 1 і 2% у рівних співвідношеннях цукру та пектину. Після обробки ягоди підсушували та заморожували розсипом за температури мінус $30 \pm 1^\circ\text{C}$. За контроль приймали ягоди суниці без попередньої обробки. Заморожену продукцію фасували у пакети з поліетиленової плівки масою 0,5 кг і зберігали протягом шести місяців за температури мінус $18 \pm 1^\circ\text{C}$.

Дослідження анатомічної будови свіжих і заморожених ягід суниці здійснювали за допомогою мікроскопа «Біолам» С1У4.2. Зрізи отримували за допомогою мікротому МЗ-1 із пристосуванням ТОС-2. Отримані зображення фіксували на комп'ютері з допомогою відеоприставки «Philips ToUcam camera» і системи для мікроскопії й аналізу «Image Scope Lite». Для отримання забарвлення плівки на фото, ягоди, призначені для мікроскопії, занурювали у розчини із структуроутримуючими властивостями, попередньо забарвлені харчовим барвником Е142.

На рис. 1 представлені зрізи паренхімних клітин свіжих і заморожених ягід суниці, де видно, що клітини мезокарпію ягід суниці в споживній стадії стиглості мають крупні паренхімні клітини з тонкими оболонками, великими

міжклітинниками завширшки від 50 до 75 $\mu\text{м}$, та завдовжки від 150 до 225 $\mu\text{м}$. У ягід суниці сортів Полка, Хоней і Русанівка вони продовгуватої форми, а у ягід сорту Дукат — округлої та кутасто-овальної. Клітини мезокарпію ягід суниці заповнені клітинним соком, а великі міжклітинники — повітрям, що спричиняє формування ніжної консистенції ягід.

Мікроскопія отриманих зрізів заморожених ягід суниці показала формування кристалів льоду різної величини у міжклітинному просторі та виражені зміни в структурі паренхімних тканин (рис. 1), що виявлялися видозмінами форми та втратою цілісності клітин.

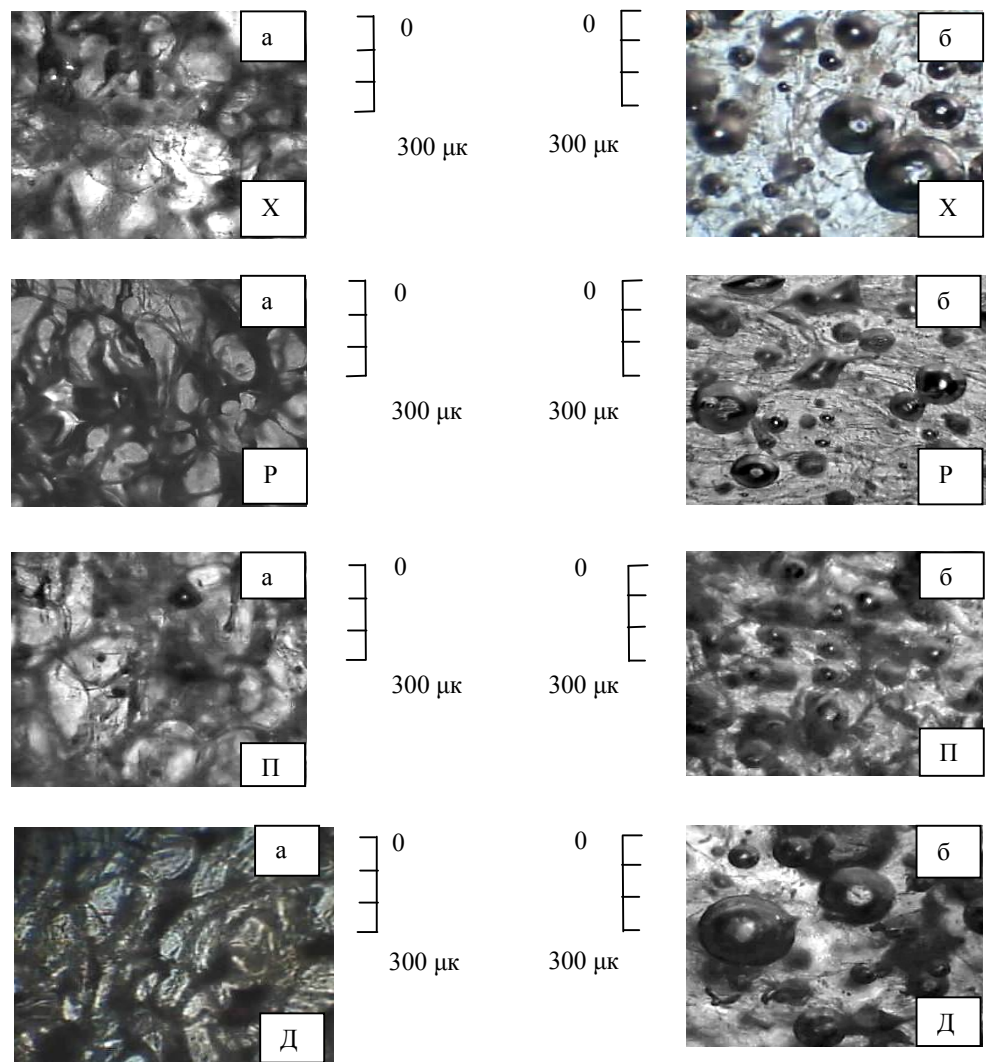


Рис. 1. Паренхімні клітини: а — свіжих і б — заморожених ягід суниці сортів:
 Х — Хоней, Р — Русанівка, П — Полка, Д — Дукат. Збільшення в 56 разів.
 Ціна поділки становить 100 $\mu\text{м}$

Окрім цього, виявлено потоншення клітинних стінок, що S.S. Roy, T.A. Taylor і H.L. Крамер [7] пояснюють деполімеризацією і руйнуванням пектинових речовин у клітинній стінці і серединній пластинці. Ці процеси спричиняють погіршення споживних властивостей заморожених ягід суниці, зокрема розслаблення консистенції, втрату тургору тканин, зниження кріорезистентності та значні втрати компонентів хімічного складу.

На рис. 2 і 3 представлені зрізи поверхні та паренхімних клітин свіжих і заморожених ягід суниці з обробкою в розчинах зі структуроутримуючими властивостями. З рисунків видно, що клітини епідермісу не втратили своєї форми та цілісності. Це збігається з даними, отриманими З.А. Дербеденевою [8], яка зазначає, що під час заморожування ягід суниці краще зберігається структура мілкоклітинних тканин (епідерміс, серцевина) зі щільно прилеглими одна до одної клітинами.

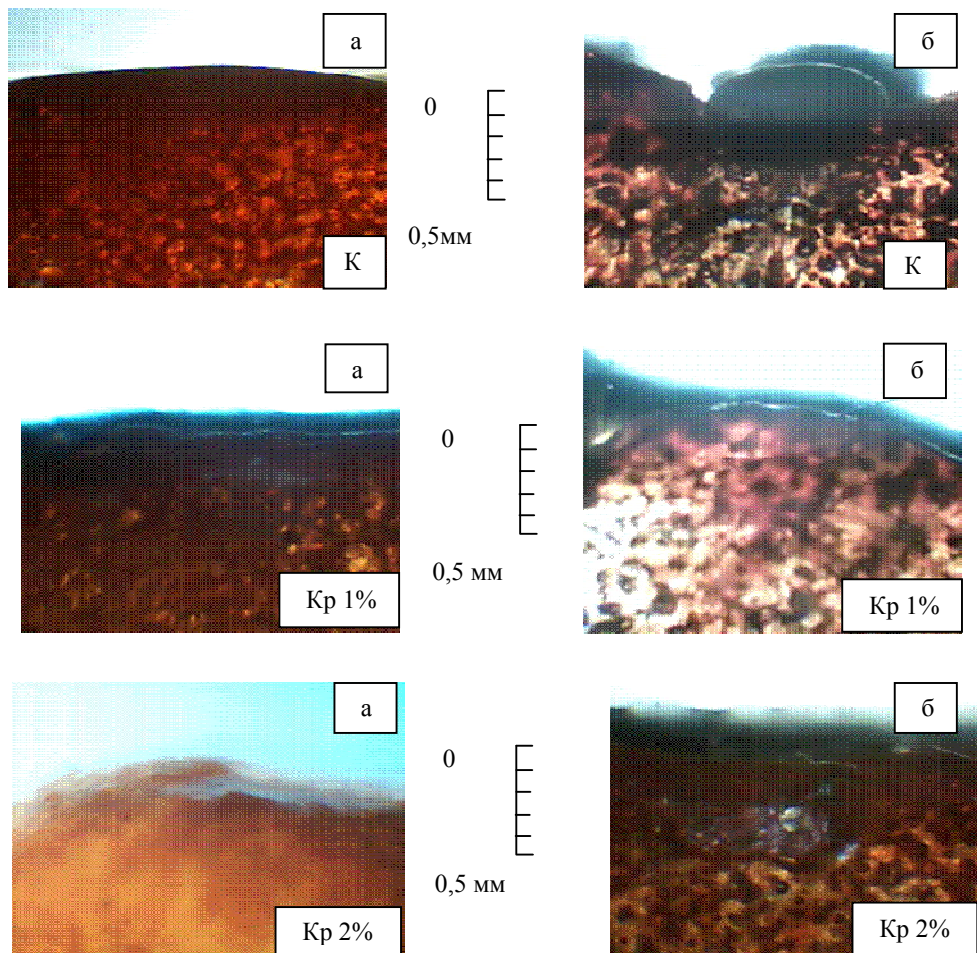


Рис. 2. Поверхня та паренхімні клітини: а — свіжих і б — заморожених ягід суниці з обробкою в розчинах зі структуроутримуючими властивостями. К — контроль, Кр 1% — 1-процентний розчин крохмалю, Кр 2% — 2-процентний розчин крохмалю. Збільшення в 27 разів. Ціна поділки становить 0,1 мм

За рахунок попередньої обробки на поверхні ягід суниці утворювалася плівка різної товщини. Так, у ягід суниці, оброблених у 1-процентному розчині крохмалю товщина плівки не перевищувала 0,1 мм. Натомість обробка ягід у 2- та 3-процентному розчині крохмалю сприяла утворенню плівки товщиною більше 0,1 мм. Обробка ягід суниці в цукрово-пектинових розчинах різної концентрації зумовила утворення на поверхні ягід плівки розміром 0,05 та 0,1 мм.

У результаті заморожування ягід суниці та подальшої їх дефростації плівка на поверхні ягід не зазнала істотних змін. А всередині паренхімних тканин ягід спостерігалось утворення кристалів льоду з локалізацією їх у міжклітинному просторі.

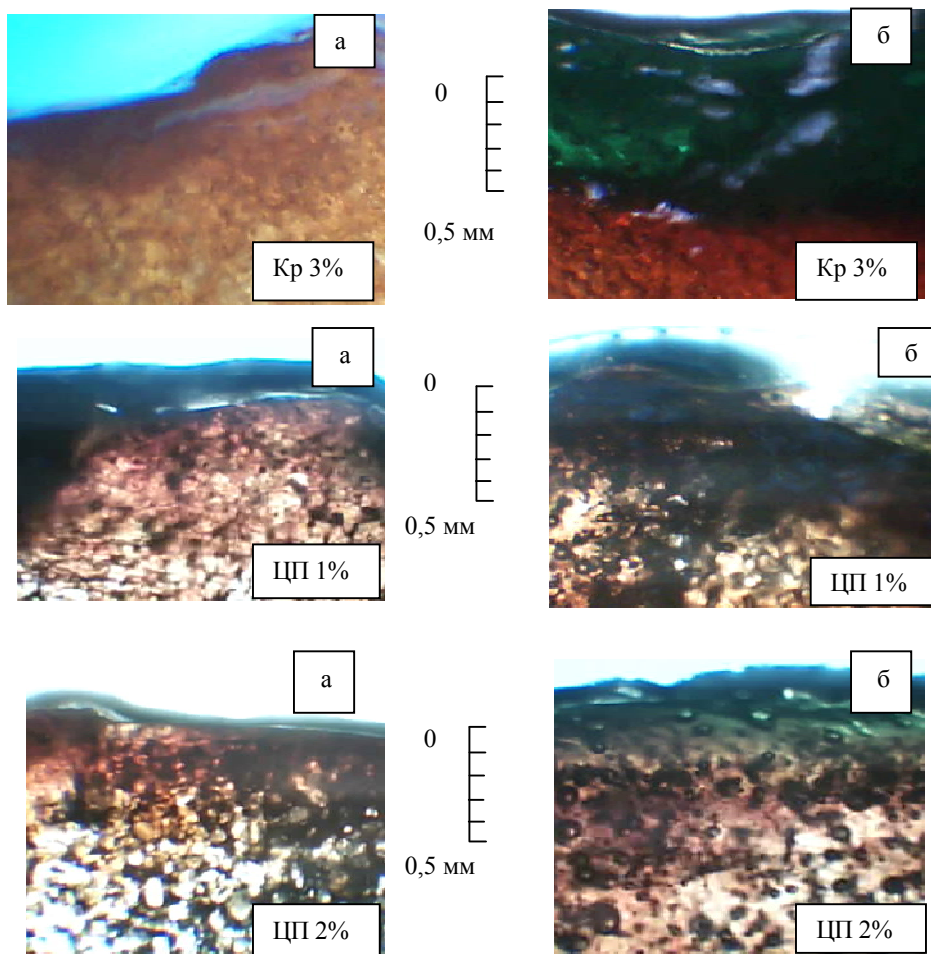


Рис. 3. Поверхня та паренхімні клітини: а — свіжих і б — заморожених ягід суниці з обробкою в розчинах зі структуроутримуючими властивостями.

Кр 3% — 3-процентний розчин крохмалю, ЦП 1% — 1-процентний цукрово-пектиновий розчин, ЦП 2% — 2-процентний цукрово-пектиновий розчин. Збільшення в 27 разів.

Ціна поділки становить 0,1 мм

З рис. 3 видно, що мікроструктура тканин заморожених ягід суниці, які були попередньо оброблені в розчинах зі структуроутримуючими властивостями, збереглася краще, що зумовлено зниженням втрат маси під час заморожування та запобігання втратам клітинної вологи під час дефростації.

Причому поліпшення якості ягід знаходилося в прямій залежності від концентрації розчину для обробки. Істотне збереження форми та структури ягід встановлено у варіантах з їх обробкою у 3-процентному розчині крохмалю та 2-процентному цукрово-пектиновому розчині.

Очевидно, що з підвищенням концентрації крохмалю й пектину в розчині зменшується втрата клітинної вологи та збільшується захисний потенціал тканин. Подібні результати отримані за вакуумного зневоднення ягід суниці в розчинах пектину та хлориду кальцію різної концентрації [3].

Висновки

Під час заморожування ягід суниці відбувалися зміни їхньої мікроструктури, що залежать від особливостей будови тканин і зумовлені утворенням кристалів льоду в міжклітинному просторі, потоншенням клітинних стінок унаслідок руйнування пектинових речовин у клітинній стінці і серединній пластинці. Попередня обробка ягід суниці перед заморожуванням у розчинах зі структуроутримуючими властивостями сприяла збереженню структури тканин завдяки утвореній на поверхні плівці, запобігаючи таким чином витіканню клітинної вологи. Збереженість структури ягід корелювала з концентрацією розчину для обробки.

Література

1. Краткий анализ рынка земляники в Украине за 2015—2016 годы [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://yagodovod.com/articles/323-kratkii-analiz-rynka-zemljaniki-v-ukraine-za-2015-16-gody.html>.
2. Пирожок О. Рынок ягод в Украине: рекордный экспорт и растущая ликвидность [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://landlord.ua/rynok-yagod-v-ukraine/>.
3. Fernández L. High-pressure shift freezing versus high-pressure assisted freezing: Effects on the microstructure of a food model / L. Fernández, B. Otero, P.D. // *Guignon Food Hydrocolloids*. — Wrexham, 2006. — V. 20. — P. 510—522.
4. Reno M.J. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation / M. J. Reno, M. E. T. Prado, J. V. de Resende // *Ciênc. Tecnol. Aliment.* — 2011. — # 31(1). — P. 247—256.
5. Орлова Н. Эффективные способы стабилизации харчовой та біологічної цінності замороженої плодовоовочевої продукції / Н. Орлова, С. Белінська // *Харчова і переробна промисловість*. — 2002. — № 3. — С. 247—256.
6. Suutarinen J. The effect of different prefreezing treatments on the structure of strawberries before and after jam making / J. Suutarinen, K. Honkapää, R.L. Heiniö [at al.] // *LWT-Food Science and Technology*. — 2000. — # 33(3). — P. 188—201.
7. Roy S.S. Textural and ultrastructural changes in carrot tissue as affected by blanching and freezing / S.S. Roy, T.A. Taylor, H.L. Kramer // *J. Food Sci.* 2001. — Vol. 66. — P. 176—180.
8. Дербеденева З.А. Гистологические изменения растительной ткани при замораживании и размораживании ягод земляники / З.А. Дербеденева // *Холодильная техника*. — 1971. — № 10. — С. 36—39.

INVESTIGATION THE PROCESS OF FERMENTATION OF PUMPKIN PULP

V. Gnitsevych, Y. Honchar

Kyiv National University of Trade and Economics

Key words:

Pumpkin pulp

Temperature

Time

Microbial origin enzyme

Pectin

Article history:

Received 14.03.2018

Received in revised form
04.04.2018

Accepted 16.04.2018

Corresponding author:

V. Gnitsevych

E-mail:

flamber1965@gmail.com

ABSTRACT

The article deals with the problem of processing secondary vegetable raw materials, for example, pulp of the pumpkin, which remains after the selection of seeds from the pumpkin. The author analyzes literary sources and scientific works on the issue of complete processing of the pumpkin. The expediency of the application of the fermentation process to the plant material — of the pumpkin pulp is justified. To activate the enzyme process, it is proposed to use the enzyme preparation Vetom 1.1 of the directed action produced by the microorganisms of the genus *Bacillus subtilis*. The object of the study was pumpkin, named nutmeg or *Cucurbita moschata* Duch of the botanic sort of Butternut.

The kinetics of the fermentolysis of soluble pectin substances of pumpkin pulp under the influence of the enzyme preparation Vetom 1.1, which has a directed effect, is investigated depending on the influence of technological factors. In particular, the dependence of the intensity of growth of the content of SP (soluble pectin) on temperature regimes and the duration of storage of pumpkin has been analyzed. It was established that according to the stable technological processing parameters, the content of SP (soluble pectin) in samples of pumpkin pulp, which were stored at low temperatures, was lower by 40—47%, than when they were stored at +8...+10°C. In the article it was investigated how the temperature parameter, the heat treatment time of pumpkin pulp and the concentration of enzyme preparation of the directional action influence on the dynamics of accumulation of soluble pectin during the fermentation process. It is proved that the rational conditions of the process are: $t = 55 \pm 3^\circ\text{C}$, $\tau = 15$ hours, and the concentration of the enzyme preparation is 1,5% of the weight of the puree of the pumpkin pulp. The recommendations about the use of the fermented puree of the pumpkin pulp are given, to include semi-finished products to products with high content of pectin.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТОЛІЗУ М'ЯКОТІ ГАРБУЗА

В.А. Гніщевич, Ю.М. Гончар

Київський національний торговельно-економічний університет

У статті досліджено проблему переробки вторинної рослинної сировини на прикладі м'якоті гарбуза, яка залишається після вибирання насіння із плоду. Проаналізовано літературні джерела та наукові праці з питання повної переробки гарбуза. Обґрунтовано доцільність застосування процесу ферментування до рослинної сировини — м'якоті гарбуза. Для активації процесу ферментолізу запропоновано застосування ферментного препарату Ветом 1.1 спрямованої дії, продукованого мікроорганізмами роду *Bacillus subtilis*.

Об'єктом дослідження було обрано гарбуз мускатний — *Cucurbita moschata* Duch. столового сорту Баттернат (*Butternut*).

Досліджено кінетику ферментолізу пектинових речовин м'якоті гарбуза під дією ферментного препарату спрямованої дії Ветом 1.1 залежно від впливу технологічних факторів. Зокрема, проаналізовано залежність інтенсивності зростання вмісту РП (розчинного пектину) від температурних режимів і тривалості зберігання плодів гарбуза. Встановлено, що за сталих технологічних параметрів обробки вміст РП (розчинного пектину) у зразків м'якоті гарбуза, які підлягали зберіганню за низьких температур, нижчий результуючий вміст пектинових речовин на 40—47%, ніж при зберіганні його за +8...+10°C. З'ясовано, як впливає на перебіг процесу зміна температури, часу термічної обробки м'якоті гарбуза та концентрації внесеного ферментного препарату спрямованої дії на динаміку накопичення пектину. Доведено, що раціональними умовами перебігу процесу є: $t = 55 \pm 3^\circ\text{C}$, $\tau = 15$ год та концентрація ферментного препарату 1,5% до маси пюре з м'якоті гарбуза. Досягнуто зростання вмісту РП (розчинного пектину) у 3,5—3,7 раза порівняно з початковим його вмістом. Надано рекомендації щодо використання ферментованого напівфабрикату з м'якоті гарбуза в подальшому в складі продукту з підвищеним вмістом пектину.

Ключові слова: пюре з м'якоті гарбуза, температура, час, фермент мікробного походження, пектин.

Постановка проблеми. Гарбуз вважається однією з найдавніших баштанних культур. У плодової м'якоті цієї баштаної культури містяться цукри, пектин, солі калію, кальцію, магнію, заліза, вітаміни С, В1, В2, В6, В9, РР і провітамін А. Велика кількість пектину має особливо позитивну дію при запаленні товстого кишечника. Відома здатність пектинових речовин виводити з організму токсичні речовини та радіоактивні метали [1].

Площі вирощування гарбуза в промисловому секторі овочівництва України за останні 15 років зросли більш ніж у 3 рази і становлять 25 тис. га, а обсяги зібраного врожаю сумарно досягають 744,4 тис. тонн [2]. Вирощування гарбузів в Україні здійснюється з метою подальшої їх промислової переробки для отримання олії та шеретованого насіння гарбуза. М'якоть, після того як виберуть насіння,

використовують на корм худобі і для силосування. Загалом лише 28% загально-го об'єму м'якоті гарбуза направляється на подальшу переробку [3]. Питанням переробки гарбуза займалися С.О. Белінська, А.В. Матора, О.Г. Шкодіна, В.Є. Коршунова, В.Ф. Вінницька, Г.К. Селезньова та ін. [4].

Серед промислових способів Л.П. Малюк і Г.В. Фетісова для переробки значних об'ємів м'якоті гарбуза пропонують спосіб виготовлення овочевих паст з гарбуза та аронії. Запатентовані способи виробництва характеризуються складним багатоступінчастим технологічним процесом, що робить непридатними дані технології для впровадження. Серед інших відомих нині способів переробки м'якоті гарбуза є спосіб комплексної переробки, що передбачає його підготовку, різання, видалення насіння, бланшування м'якоті, її протирання і гомогенізацію з отриманням соку. Одержуваний за описаною технологією гарбузовий сік не користується широким попитом через притаманний специфічний запах вареного гарбуза.

Серед способів переробки м'якоті гарбуза на виробництвах непромислових масштабів, тобто в закладах ресторанного господарства, застосовують консервування шляхом заморожування, виробництво паст, кремів і тістових напівфабрикатів з м'якоттю гарбуза. Запатентовано десерт гарбузово-динний заморожений, пиріг гарбузовий «Сонечко» та «Берлінське чудо» з начинкою на основі пасти з гарбуза, заварний виріб з гарбузово-топінамбуровою начинкою тощо [5]. Широко відомим є використання м'якоті гарбуза як джерела пектину в кулінарних і кондитерських стравах. Проте відомі технології передбачають використання температурної обробки м'якоті при $\text{pH} \approx 4$, що досягається додаванням органічних кислот. Це зумовлює внесення значної кількості підсолоджувачів і впливає на смак виробів. У зв'язку з цим пошук оптимальних параметрів обробки м'якоті гарбуза з метою отримання універсального напівфабрикату з підвищеним вмістом пектину для використання у складі кондитерських і кулінарних виробів є актуальним.

Одним з ефективних способів вирішення збереження біологічно активних речовин рослинної сировини є застосування ферментних препаратів (ФП), а також культивування мікроорганізмів. Попередніми дослідженнями доведено, що при обробці гарбуза ферментними препаратами спрямованої дії кількість пектину збільшується. Питанню ферментативної обробки м'якоті гарбуза присвячено наукові дослідження О.А. Маркіної, А.В. Матори, О.Г. Шкодіної, В.Є. Коршунової та ін. Застосування ферментів, продукованих мікроорганізмами роду *Bacillus*, на думку цих науковців, дає змогу збільшити вихід пектину на 30—35% при збереженні екологічності процесу його отримання. Відомим технічним рішенням є спосіб отримання пектину, що полягає в культивуванні на субстраті мікроорганізмів роду *Bacillus*, з подальшим змішуванням гідролізату з рослинною пектиновмісною сировиною, екстрагуванням суміші та виділенням розчинного пектину. В той же час, зважаючи на високий ступінь екологічності процесу, доцільним є ферментування рослинної сировини без видалення пектину з її складу, а з використанням в подальшому як продукту з підвищеним вмістом пектину [6].

Тож перспективним є напрям переробки вторинної рослинної сировини — гарбуза, з метою отримання продукту з високим вмістом пектину.

Метою статті є дослідження кінетики ферментолізу пектинових речовин м'якоті гарбуза під дією ферментного препарату спрямованої дії Ветом 1.1 залежно від впливу технологічних факторів.

Матеріали і методи. Для дослідження було обрано гарбуз мускатний — *Cucurbita moschata* Duch. столового сорту Баттернат (Butternut), що є широко розповсюдженим у торговельній мережі й володіє відмінними органолептичними властивостями. До зразків гарбуза застосовано такі температурні режими зберігання: +8...+10°C та -16...-18°C. Дослідження проводились на шостий місяць (березень) після збору врожаю 2017 року. Підготовка зразків пюре гарбуза до контакту з ферментним препаратом здійснювалась за технологією [7]. Зразки пюре з гарбуза піддавались спрямованій дії препарату Ветом 1.1 на основі ферменту, продукованого бактеріями роду *Bacillus subtilis*. Внесення ферментного препарату, що існує у формі порошку, здійснювалось шляхом його розчинення в рідкій фракції, відділеній самовільно при приготуванні пюре з гарбуза, з подальшим з'єднанням рідкої та твердої фракцій.

Вміст розчинного пектину в дослідних зразках визначали стандартним кальцій-пектатним методом [8]. Для обробки отриманих результатів експериментальних досліджень використано статистичні та математичні методи обробки даних.

Викладення основних матеріалів дослідження. Варіабельність параметрів отримання продукту з підвищеним вмістом пектину визначає необхідність дослідження кінетики ферментолізу пектинових речовин залежно від температури зберігання плодів і температурного режиму процесу ферментолізу, кількості внесеного ферментного препарату Ветом 1.1.

На першому етапі досліджень було визначено, що в процесі зберігання плодів гарбуза різних сортів вміст протопектину знижується, а вміст розчинного пектину зростає. Так, при зберіганні плодів гарбуза різних сортів загальна кількість пектинових речовин суттєво знижується від першопочаткового вмісту за різних температур зберігання. Тому неушкоджені плоди гарбуза рекомендується зберігати за температури +2...+4°C, +8...+10°C, +16...+18°C, в той час як плоди з порушеною цілісністю зовнішньої оболонки — за -18...-16°C [9].

Динаміка зміни загальної кількості пектинових речовин у плодах гарбуза досліджуваного помологічного сорту Баттернат (Butternut) за означених температурних режимів зберігання наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Загальний вміст пектинових речовин за різних режимів зберігання

Сорт	Час аналізу	Режим зберігання			
		+2...+4°C	+8...+10°C	+16...+18°C	-18...-16°C
Гарбуз мускатний сорту Баттернат (Butternut)	Березень	1,18	1,29	1,20	0,79

Як видно з табличних даних, спостерігається зростання кількості розчинного пектину за температурного режиму зберігання +8...+10°C, що пояснюється переходом протопектину в форму розчинного пектину. В той же час за низькотемпературного зберігання пектин переходить у розчин міжклітинної рідини і видаляється в процесі розморожування. Так, зразки м'якоті гарбуза, які підлягали зберіганню за низьких температур, мали нижчий результуючий вміст пектинових речовин на 40—47%, ніж при зберіганні за +8...+10°C.

У зв'язку з вищевикладеним на першому етапі досліджень визначено дію ферментного препарату на дослідні зразки гарбуза, що зберігалися за температури +8...+10°C та -18...-16°C. Кількість внесеного препарату була постійною і дорівнювала 1,5%, що входить в інтервал за рекомендаціями виробника 1—3%. Тривалість процесу становила 3 год. Динаміка накопичення РП в м'якоті гарбуза залежно від різних температурних режимів зберігання та за різних температур процесу ферментолізу наведено на рис. 1.

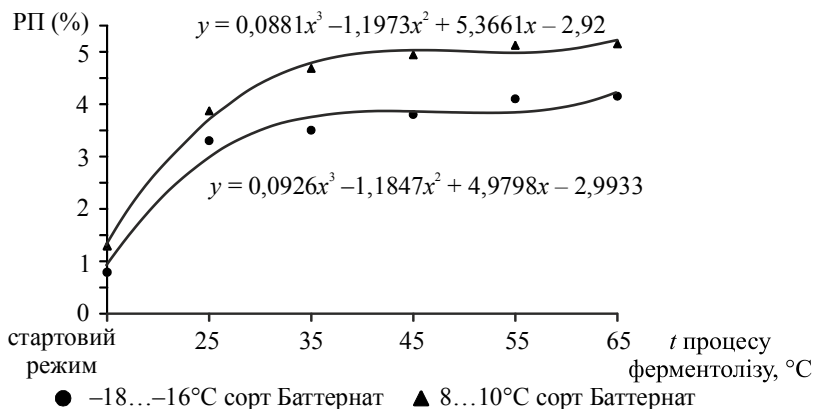


Рис. 1. Динаміка накопичення РП у м'якоті гарбуза залежно від температур зберігання і ферментолізу

На рис. 1 поліноміальна крива кореляції характеризує зростання вмісту РП залежно від температурних параметрів зберігання та ферментолізу. За результатами проведених досліджень встановлено, що вміст розчинного пектину (РП) з підвищенням температури процесу ферментолізу рівномірно збільшується в обох зразках гарбуза. Початкова різниця вмісту РП становить 63% в зразках гарбуза сорту Баттернат за температур +8...+10°C порівняно з температурним режимом -18...-16°C. Так, показники вмісту РП в зразках гарбуза, що зберігався за температур +8...+10°C при 25°C, 35°C, 45°C та 55°C вищі на 17%, 34%, 30% та 25% відповідно. Інактивація ферментного препарату відбувається за температури вище 55°C. Термічна обробка продукту за температури 65°C супроводжується інтенсивним випаровуванням вологи, згущуванням продукту, а зростання вмісту РП пов'язано також зі зменшенням об'єму вихідного продукту. Таким чином встановлено, що раціональним температурним режимом ферментолізу для обох зразків м'якоті гарбуза є температура 55±3°C. Виявлено, що при обробці ферментним препаратом зразків м'якоті гарбуза суттєво впливає на вміст РП не тільки температурний режим ферментолізу, а й температурний режим зберігання плодів.

На другому етапі досліджень визначено вплив тривалості процесу τ (год) ферментолізу за визначених режимів ($C = 1,5\%$; $t = 55\pm 3^\circ\text{C}$) на динаміку накопичення РП (%) у м'якоті гарбуза (рис. 2). Для визначення меж активності ферментного препарату обрано тривалість дослідження в діапазоні 1...24 год. Дія ферментного препарату спрямовувалась на дослідні зразки м'якоті гарбуза, що зберігалися при температурі +8...+10°C та -18...-16°C.

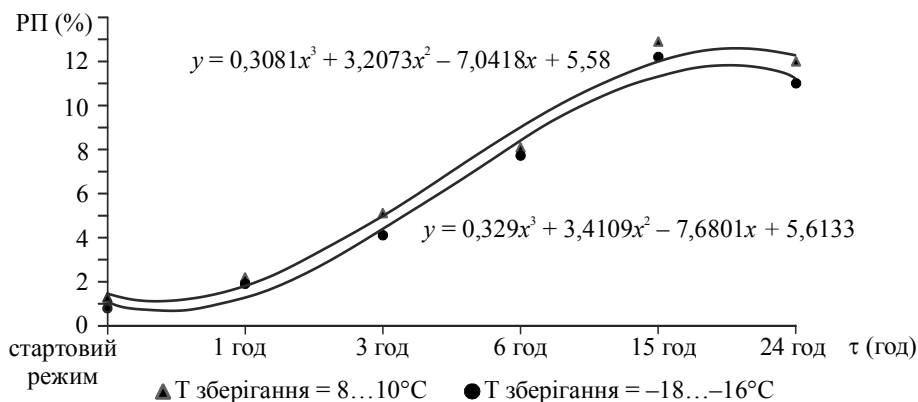


Рис. 2. Динаміка накопичення РП у м'якоті гарбуза залежно від тривалості ферментолізу

Як видно з рис. 2, графік процесу ферментолізу є нелінійним. Результати, отримані після контакту продукту з ферментним препаратом протягом 1 год, свідчать про неефективність короткотривалого впливу. За збільшення тривалості ферментативного процесу до 24 год спостерігається зменшення вмісту виявленого РП в досліджуваному продукті, що пояснюється швидким вирожденням мікроорганізмів ферментного препарату Ветом 1.1 та супроводжується видаленням метоксильних груп з молекули пектину з переведенням останнього в пектинову кислоту, що не має желуючих властивостей. Тривалість ферментолізу 15 год, за якого поліноміальна крива має максимальне значення, визначено як раціональну.

На наступному етапі дослідження визначено, що раціональну концентрацію внесеного ферментного препарату Ветом 1.1 за сталих значень $t = 55 \pm 3^\circ\text{C}$ та $\tau = 15$ год. Результати дослідження представлені на рис. 3.

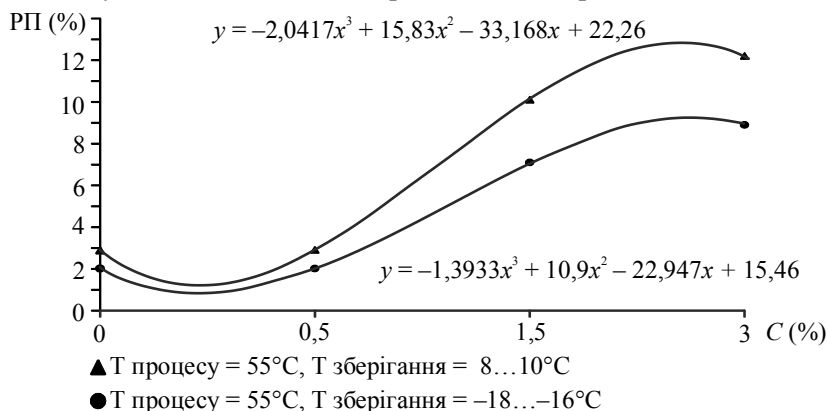


Рис. 3. Динаміка накопичення РП у м'якоті гарбуза залежно від концентрації ферментного препарату

Як видно з рис. 3, суттєве зростання вмісту розчинного пектину спостерігається при концентрації внесеного ферментного препарату в кількості 1,5%. Відмічається зростання вмісту РП у 3,5—3,7 раза порівняно з початко-

вим його вмістом в обох зразках. Використання ферментного препарату в кількості менше 1,5% є недоцільним і характеризується незначним зростанням вмісту РП в 1,1—1,2 раза. Внесення препарату в кількості 3% характеризується зростанням вмісту РП у 4,2—4,4 раза, проте супроводжується значним зростанням собівартості.

Висновки

Отже, раціональними параметрами процесу є: $55 \pm 3^\circ\text{C}$, 15 год, 1,5%. Отримані тенденції підтверджують, що за збільшення тривалості ферментолізу, навіть за наявності несприятливих стартових характеристик продукту, спостерігається суттєве збільшення вмісту РП у досліджуваних зразках пюре з гарбуза. Встановлено, що на вміст РП в вихідному продукті впливають режим зберігання та сортність гарбуза. Визначено, що низькотемпературне зберігання суттєво сповільнює процес утворення РП та негативно впливає на його вихід. Саме тому в цьому випадку ферментативна обробка м'якоти гарбуза виявляється найбільш доцільною, адже після вибирання насіння з плода гарбуза зовнішня його оболонка пошкоджується, що унеможливило подальше зберігання плода гарбуза за інших температурних режимів. У той же час, зважаючи на ефективність дії ферментного препарату на зразки гарбуза, що зберігався за $+8 \dots +10^\circ\text{C}$ та відмінні органолептичні показники, стає можливим і доцільним застосування препарату до плодів одразу після збирання.

Література

1. Барахаєва Л.П. Химический состав и технологические свойства тыкв, кабачков и патиссонов: Автореф. дисс. канд. техн. наук / МИНХ. — Москва, 1983. — 22 с.
2. Семен О.Т. Агроекологічне обґрунтування елементів технології вирощування плодів гарбуза мускатного для дієтичного харчування в умовах півдня України: Дис. ... канд. с.-г. наук. — Харків, 2015. — 235 с.
3. Діденко В.П. Сучасний стан і перспективи забезпечення населення України продукцією баштництва / В.П. Діденко, О.С. Шапля // Овочівництво і баштництво. — 2004. — № 49. — С. 80—85.
4. Тимчак В.С. Ефективність інновацій комплексного використання відходів харчової промисловості: Дис. канд. економічних наук. — Житомир, 2016. — С. 41—43.
5. База патентів України UAPATENTS.COM [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://uapatents.com/>.
6. Пат. RU 2059385 C1, МПК6 А 23 L 1/0524, С 08 В 37/06. Способ получения пектина / А.В. Матора, О.Г. Шкодина, В.Е. Коршунова, Н.М. Птичкина // Оpubл. 10.05.96. Бюл. № 13.
7. Юдіна Т.І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентратів сколотин: Дис. ... докт. техн. наук. — Київ, 2016. — 302 с.
8. Арасимович В.В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах / В.В. Арасимович, С.В. Болтага, Н.Н. Пономарева. — Кишинев : Академия наук СССР, 1970. — 84 с.
9. Колтунов В.А. Зберігання гарбузових плодів: наук. вид. / В.А. Колтунов, Л.М. Пузік. — Харків : Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва, 2009. — 365 с.

ANALYSIS OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF FOOD EMULSIONS

I. Ustymenko, N. Korh, S. Teterina, G. Polischuk

National University of Food Technologies

Key words:

Food emulsion
Sodium caseinate
Emulsifier
Water activity
Microbiological analysis

Article history:

Received 13.03.2018
Received in revised form
05.04.2018
Accepted 17.04.2018

Corresponding author:

I. Ustymenko

E-mail:

ustymenko_ihor@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of microbiological analysis of food emulsions intended for the normalization of mixtures in milk-based products. Emulsions are provided in the process of coarse distillation emulsification at a temperature not lower than $76\pm 2^\circ\text{C}$ for 20 minutes with subsequent two-stage homogenization in a homogenizer-dispersant of valve type at a temperature not lower than 60°C and pressure on the first stage not lower than 10.0 MPa, and on the other — 2.5...3.0 MPa.

The purpose of the study is to confirm the safety of food emulsions obtained by certain treatment regimes by microbiological parameters.

As the objects of the study there were selected samples of food emulsions with mass fraction of fat from 10 to 50% immediately after receiving and during temporary storage at a temperature of $4\pm 2^\circ\text{C}$ for 96 hours. Refined deodorized corn oil is used as the fatty component. An emulgator-protein complex consisting of an oleophilic emulsifier “Esther Tier 2 (T-2)” and sodium caseinate were used to obtain stable emulsions with a mean diameter of fatty bands of not more than 2 microns. According to the research methodology, the total number of mesophilic, aerobic and facultative anaerobic microorganisms, yeast and mold fungi and bacteria of the coliform group were determined as indicators of microbiological safety in emulsions in the process of temporary storage.

The total number of mesophilic, aerobic and facultative anaerobic microorganisms of all samples immediately after receiving the emulsion was at the level of $1.6...4.8 \cdot 10^2$ CFU/g, which is practically three orders less than the normative value (nMAFAnM, CFU/g, not more than $2 \cdot 10^5$). The results of the study confirmed the safety of emulsions during a technologically appropriate storage before their addition to milk-based products.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-25

АНАЛІЗ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ХАРЧОВИХ ЕМУЛЬСІЙ

І.М. Устименко, Н.С. Корх, С.М. Тетеріна, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати мікробіологічного аналізу харчових емульсій прямого типу, що призначені для нормалізації сумішей у технологіях мо-

локовмісних продуктів. Емульсії передбачено одержувати в процесі грубо-дисперсного емульгування за температури не нижче $76 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж 20 хвилин з подальшою двоступеневою гомогенізацією на гомогенізаторі-диспергаторі клапанного типу за температури не нижче 60°C і тиску на першому ступені не нижче 10,0 МПа, на другому — 2,5...3,0 МПа.

Метою дослідження є підтвердження безпечності харчових емульсій, одержуваних за визначеними режимами оброблення, за мікробіологічними показниками.

Об'єктами дослідження обрано зразки харчової емульсії з масовою часткою жиру від 10 до 50% відразу після отримання та під час тимчасового зберігання при температурі $4 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж 96 годин. Як жировий компонент застосовували рафіновану дезодоровану кукурудзяну олію. Для одержання стійких емульсій із середнім діаметром жирових кульок не більше 2 мкм використовували комплекс «емульгатор-білок», що складається з олеофільного емульгатора «Естер Твердий-2 (Т-2)» та казеїнату натрію. Відповідно до методики дослідження визначали загальну кількість КМАФАнМ, дріжджів і пліснявих грибів та бактерій групи кишкової палички як показник мікробіологічної безпеки емульсій. За результатами дослідження встановлено, що показник КМАФАнМ усіх зразків одразу після отримання емульсії знаходиться на рівні $1,6...4,8 \cdot 10^2$ КУО/г і на три порядки менший за нормативні вимоги (КМАФАнМ, КУО/г, не більше $2 \cdot 10^5$). Результати дослідження підтвердили безпечність емульсій впродовж технологічно доцільного зберігання перед внесенням до складу молоковісних продуктів.

Ключові слова: харчова емульсія, казеїнат натрію, емульгатор, активність води, мікробіологічний аналіз.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку молочної промисловості спостерігається тенденція частково або повністю замінювати молочний жир на рослинні олії і замітники молочного жиру у вигляді емульсійних систем — харчових емульсій як аналогів вершків, які використовують для нормалізації молоковісних продуктів [1; 2].

Однією з вимог, що висуваються до харчових, зокрема молоковісних продуктів, є їх безпека для споживачів. Основна причина псування продуктів, що викликає харчові отруєння, обумовлюється наявністю у їх складі умовно-патогенних і санітарно-показових мікроорганізмів [3].

Кількість мікробних клітин і швидкість їх росту залежать від складу та властивостей сировини і напівфабрикатів, режимів їх попереднього оброблення, санітарно-гігієнічних умов виробництва й зберігання готового продукту. Своєчасне якісне і кількісне виявлення цих мікроорганізмів як критерію ефективності проведення теплового оброблення харчових систем емульсійного типу різного хімічного складу допомагає запобігати вказаним негативним явищам [4].

Для активного розвитку бактерій і дріжджів необхідна вільна волога, оскільки поживні речовини проникають у клітину тільки в розчиненому вигляді. У зв'язаній формі вода для них недоступна. Тобто існує залежність між станом води в продукті і розвитком мікроорганізмів у ньому. Тому актив-

ність води (АВ) у харчових продуктах є одним з найважливіших показників, який характеризує рівень життєдіяльності мікроорганізмів. Для кожного виду мікроорганізмів існують максимальне, мінімальне й оптимальне значення АВ. Відхилення значення АВ від оптимального призводить до гальмування процесів життєдіяльності мікроорганізмів, а іноді і до їх загибелі. АВ можна змінювати шляхом додавання речовин, які зв'язують воду [5]. Тому до складу водної фази систем емульсійного типу доцільно вносити гідроколоїди (білки, полісахариди та ін.) та істинно розчинні низькомолекулярні сполуки (солі, моно- і дицукри та ін.) Використання білків у складі емульсій також обумовлено їхніми поліфункціональними технологічними властивостями. Зокрема, казеїнат натрію (КН) виявляє емульгуючу та стабілізуючу дію та має високу водо- і жирозв'язуючу властивість, структурує водну фазу [6—8].

Ризик мікробіологічного псування жирових емульсійних систем теоретично можна знижувати шляхом підвищення ступеня їх дисперсності. У процесі одержання емульсій необхідно приділяти велику увагу умовам, що забезпечують ефективне диспергування жирової фази, оскільки емульсії прямого і зворотного типів («масло-вода» та «вода-масло») з високим ступенем дисперсності (середні розміри жирових кульок, що не перевищують 2 мкм) мають більшу стійкість до мікроорганізмів. Це можна пояснити зменшенням розмірів прошарків водної фази, що оточує жирові кульки, або зменшенням вмісту води, необхідної для життєдіяльності мікроорганізмів [9;10].

Технологія харчової емульсії (аналогу молочних вершків), розроблена авторами, передбачає використання рослинних олій, купажів і заміників молочного жиру («Віолія-молжир 3»), олеофільного («Естер Твердий-2 (Т-2)») та гідрофільного (казеїнат натрію) емульгаторів. Одержувані харчові емульсії характеризуються високими показниками якості: стійкість складає не менше 100%, а середній розмір жирових кульок — не більший за 2 мкм. Отже, ці емульсії за фізичними характеристиками цілком відповідають вимогам, наведеним вище [11; 12].

Відповідно до розробленої технології, харчові емульсії передбачено отримувати шляхом гомогенізації молочно-жирових сумішей на гомогенізаторі-диспергаторі за температури не нижче 60°C і тиску не нижче 10 МПа. Згідно з ДСТУ 8131:2015 «Вершки-сировина Технічні умови», строк зберігання вершків, отриманих з молока шляхом сепарування за температури 40±5°C із моменту їх отримання до використання у технологіях молочних продуктів, становить 24 год при температурі не вище 4°C. У той же час у ГОСТ Р 53435-2009 «Сливки-сырые. Технические условия» наведено вимоги до умов зберігання вершків, у тому числі пастеризованих — 48 год при температурі не вище 8°C. Саме тому вказані умови зберігання пастеризованих вершків було прийнято за еталон для результатів експериментального визначення мікробіологічної чистоти харчових емульсій як рецептурного компонента у складі молокозмісних продуктів.

Мікробіологічні показники харчових емульсій відразу після отримання та впродовж технологічно доцільного тимчасового зберігання (до 48 год) мають гарантувати повну безпечність молокозмісних продуктів, до складу яких їх передбачено вносити.

Метою дослідження є підтвердження безпечності харчових емульсій, призначених для нормалізації молоковмісних продуктів і одержуваних за визначеними режимами емульгування.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження обрано зразки харчових емульсій з масовою часткою жиру 10% (зразок № 1), 20% (зразок № 2), 30% (зразок № 3), 40% (зразок № 4) та 50% (зразок № 5).

Харчові емульсії готували за розробленими авторами рецептурами (табл. 1).

Таблиця 1. Рецептури харчових емульсій різного хімічного складу

Масова частка емульгатора Т-2, %	Масова частка КН (в перерахунку на білок), %	Масова частка води, %
Зразок № 1		
0,15—0,25	5,0—6,0	84,85—83,75
Зразок № 2		
0,25—0,35	4,0—5,0	75,75—74,65
Зразок № 3		
0,35—0,45	3,0—4,0	66,65—65,55
Зразок № 4		
0,45—0,55	2,0—3,0	57,55—56,45
Зразок № 5		
0,55—0,65	1,0—2,0	48,45—47,35

Зразки харчових емульсій на прикладі систем з кукурудзяною олією готували таким чином: олію попередньо підігрівали до температури не нижче 75°C, вносили емульгатор «Естер Твердий-2 (Т-2)» та розчиняли його в олії впродовж 20 хвилин. Водний розчин білка отримували внесенням КН у питну воду за температури не нижче 76±2°C за постійного перемішування з витриманням не менше 20 хвилин. Грубодисперсні емульсії одержували змішуванням жирової та водно-білкової фаз за постійного перемішування мішалкою пропелерного типу з частотою обертів 500 хв⁻¹ впродовж 5 хвилин. Одержану грубодисперсну молочно-жирову суміш гомогенізували при температурі 60—65°C за тиску не нижче 10,0 МПа на першому ступені і 2,5...3,0 МПа — на другому.

Для дослідження динаміки зміни показників мікробіологічної безпеки і стабільності харчових емульсій у процесі зберігання досліджувані зразки аналізували протягом 96 годон. Визначали такі групи мікроорганізмів: загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (кМАФАМ) згідно з ГОСТ 9225, бактерії групи кишкових паличок (коліформні бактерії) — згідно з ГОСТ 9225. Окрім вищеназваних мікробіологічних показників, відповідно до стандарту, перевіряли кількість дріжджів і пліснявих грибів згідно з ГОСТ 10444.12.

Дослідження активності води здійснювали на аналізаторі активності води «HygroLab 2» (Rotronic, Швейцарія) за температури 20°C в діапазоні вимірювання 0...1 Aw (0...100% rh).

Результати і обговорення. За результатами проведеного дослідження визначено мікробіологічні показники зразків харчових емульсій з різним

вмістом жиру та активністю води. Мікробіологічні показники харчової емульсії з різною масовою часткою жиру наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Мікробіологічні показники емульсій

Номер зразка	КМАФАнМ, КУО/г					Дріжджі та плісеневі гриби, КУО/г	БГКП
	термін зберігання, год						
	0	24	48	72	96		
1	$1,6 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	< 30	Не виявлено у 0,01г
2	$2,1 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$		
3	$2,7 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$	$5,8 \cdot 10^3$		
4	$3,2 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$	$5,6 \cdot 10^3$	$6,1 \cdot 10^3$		
5	$4,8 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^3$		

Показник КМАФАнМ усіх зразків одразу після отримання емульсії знаходився на рівні $1,6—4,8 \cdot 10^2$ КУО/г, що практично на три порядки менше за нормативні значення (КМАФАнМ, КУО/г, не більше $2 \cdot 10^5$). Варто зазначити, що нормативні вимоги до такого роду сировини поки що не розроблено, тому результати порівнювали з нормативами, зазначеними в ДСТУ 8131:2015 «Вершки-сировина Технічні умови».

Крім того, у досліджених зразках БГКП не виявлено в 0,01 г, а кількість спор пліснявих грибів і дріжджів є меншою за 30 КУО/г, що свідчить про суттєвий антимікробний вплив температурних умов приготування та гомогенізації емульсій.

Відразу після отримання емульсії характеризувалися певним вмістом мікробіоти. Слід зазначити, що емульсії з вищим вмістом жиру більш обнасінені мікроорганізмами, що можна пояснити впливом жирової фази в якості захисного бар'єру внаслідок її меншої теплопровідності, порівняно з водною фазою, в результаті чого більша кількість клітин спроможна витримувати температурні умови гомогенізації.

Після приготування, отримані зразки зберігали у холодильній камері за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Показник КМАФАнМ, а також кількість спор пліснявих грибів і дріжджів у всіх пробах перевіряли через 24, 48, 72 та 96 год зберігання. Встановлено, що значення показників КМАФАнМ харчової емульсії протягом 96 год зберігання були нижчими за встановлені стандартом норми і знаходились на рівні не вище ніж $6,3 \cdot 10^3$, тобто майже на два порядки менші за нормативні показники. Відповідно до одержаних результатів дослідження строк зберігання емульсії може бути збільшений, хоча зазвичай технологічно доцільна тривалість тимчасового резервування не перевищує 24...48 год. Такий позитивний вплив, на наш погляд, є результатом достатньо ефективного теплового оброблення за додаткового зв'язування вільної води КН, що впливає на показник АВ.

Для підтвердження вказаного вище припущення досліджували зміну показника АВ водної фази емульсій з різним вмістом КН, що відповідає рецептурному складу жирових систем за вмісту жиру від 10 до 50%. Масова частка КН у перерахунку на білок у водній фазі емульсій з різним вмістом жиру та відповідні значення показника АВ представлені у табл. 3.

Таблиця 3. Показник активності води у водній фазі емульсій за різного вмісту казеїнату натрію ($P \geq 0,95$; $n = 3$)

Масова частка жиру харчової емульсії, %	Вміст КН у водній фазі, %	Показник активності води, aw
10	7,2	0,982±0,015
20	6,3	0,986±0,014
30	5,6	0,990±0,015
40	4,4	0,991±0,017
50	3,5	0,993±0,020

Відповідно до отриманих даних встановлено, що за збільшення масової частки КН у водній фазі від 3,5 до 7,2 % значення АВ дещо знижується (на 0,011 aw) в межах похибки вимірювання. Тому підтверджено, що КН не є сполукою, спроможною суттєво впливати на значення показника АВ.

Отже, результати дослідження свідчать про те, що саме передбачені в технологічній схемі температурні режими забезпечують мікробіологічну чистоту жирового напівфабрикату і можуть бути рекомендовані в технологічних схемах одержання молоковомісних продуктів.

Перспектива подальших досліджень полягає в дослідженні мікробіологічних показників молоковомісних продуктів, що нормалізовані харчовими емульсіями гарантованої якості з різним хімічним складом.

Висновки

1. Усі зразки харчових емульсій з масовою часткою жиру від 10 до 50% відповідають нормативним вимогам за мікробіологічною чистотою і можуть гарантовано зберігатися впродовж 24...48 год за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

2. Встановлено, що за збільшення вмісту жиру в харчових емульсіях підвищується показник КМАФАМ, що пояснюється захисною дією жирової фази стосовно мікроорганізмів під час теплового оброблення.

3. Результати дослідження підтверджують мікробіологічну безпечність харчових емульсій прямого типу в широкому діапазоні вмісту жиру у разі їх подальшого використання в складі молоковомісних продуктів.

Література

1. Голубева Л.В. Влияние немолочных жиров на качество новых молокосодержащих продуктов / Л.В. Голубева, О.И. Долматова, О.Б. Стремиллова, Е.И. Бочарова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2012 — № 4. — С. 49—50.

2. Попова Н.В. Удосконалення рецептури збагачених глазурованих сирків з начинкою / Н.В. Попова, В.В. Ткаченко // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2016. — № 3. — С. 224—230.

3. Beal C. Comparison of growth, acidification and productivity of pure and mixed cultures of *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus* 404 and *Lactobacillus delbreuckii* ssp. *Bulgarius* 398 / C. Beal, N. Spinnler, G. Carrieu // *Applied Microbiology and Bacteriology*. — 1994. — Vol. 41, № 1. — P. 95—98.

4. Грегірчак Н.М. Мікробіологічний аналіз вершкових кремів пониженої жирності / Н.М. Грегірчак, О. О. Українець, Ю.П. Звягінцева-Семенець, О.В. Кобилінська, Ю.В. Камбулова // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2017. — Т. 23, № 3. — С. 238—245.

5. *Maltini E.* Water activity and the preservation of plant foods / E. Maltini, D. Torreggiani, E. Venir, G. Bertolo // *Food Chem.* — 2003. — # 82. — P 79—86.
6. *Surh J.* Influence of pH and pectin type on properties and stability of sodium-caseinate-stabilized oil-in-water emulsions/ J. Surh, E.A. Decker, D.J. McClements // *Food Hydrocolloids.* — 2006. — # 5. — P. 607—618
7. *Eastoc J.*, Surfactant aggregation and adsorption at interfaces. In: Cosgrove. T. (ed) / J. Eastoc // *Colloid Science: Principles, Methods and Applications*, Blackwell. Ames. — 2005. — Vol.1. — P. 50—76.
8. *McCarthy DJ.* Milk: Physical and physics. Chemical properties. In: H. Roginski, JW Fuquay, PF Fox (Eds). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, New York. — 2003. — P. 1812—1821.
9. *Давидова О.Ю.* Розробка технології соусів з кісточкових плодів : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.16 / О.Ю. Давидова. — Харків, 2001. — 160 с.
10. *Рашевська Т.О.* Мікробіологічні дослідження вершкового масла з кріопорошком із буряка червоного столового / Т.О. Рашевська // *Збірник наукових праць Харківської державної академії технології та організації харчування.* — 2001. — С. 20—22.
11. *Полищук Г.* Научное обоснование состава эмульсий для нормализации белково-жировых продуктов / Г. Полищук, Г. Симахина, И. Устименко и др. // *Maisto chemija ir technologija. Mokslo darbai.* — 2016. — Т. 50, № 1.—P. 45—55.
12. Патент на КМ. 112302 Україна, МПК А23С 11/00/ Полищук Г.Є., Бондарчук О.О., Устименко І.М., заявник і патентовласник НУХТ. — № u201606330 ; заявл. 10.06.2016 ; опубл. 12.12.2016, Бюл. № 23.

SELECTION AND SCREENING OF SPIRITUOUS YEAST RACE WHEN FERMENTATION OF WORT WITH HIGH CONCENTRATION FROM STARCHY RAW MATERIAL TAKES PLACE

T. Mudrak, A. Kuts, S. Kovalchuk, I. Boiarchuk

National University of Food Technologies

Key words:

Alcoholic yeast

Screening

Selection

Highly concentrated mash

Dry matter

Fermentation

Article history:

Received 12.03.2018

Received in revised form
03.04.2018

Accepted 19.04.2018

Corresponding author:

T. Mudrak

E-mail:

mudrak_t_o@ukr.net

ABSTRACT

The developments devoted to energy and resource-saving technologies are among the promising areas of development of the alcohol industry. One of the ways to intensify the process of fermentation of wort is to increase the concentration of dry matter. However, there is a number of problems associated with the physiological characteristics of yeast in fermentation of the wort of high concentrations. Therefore, the question about the selection of new races which are able to the maximally full fermentation of carbohydrates of highly concentrated wort arises.

The production experience confirms that in the conditions of thermo-enzymatic treatment of grain raw materials using concentrated enzyme preparations and bard filtrate at the stage of preparation, the selection work should be aimed at obtaining yeast, able to ferment the wort not only at high concentrations, but also at high temperatures and acidity.

The purpose of our work was to conduct a comparative analysis of industrial and new selected rations of alcoholic yeast and to carry out screening of yeast with thermotolerant and osmophilic properties. A new strain of yeast was selected through multi-stage selection, capable to withstand high osmotic pressure up to 36% DM (dry matter), and has biosynthetic properties directed towards ethanol (14—17%) and acidity. Screening of alcoholic yeast was carried out in order to select races for the fermentation of high concentrations of wort.

For the fermentation of the wort of high concentrations there were used races of *Saccharomyces cerevisiae* XII, K-81, DO-11, DO-16. The influence of dry matter concentration in the range of 17—32%, temperature — 30—38°C, pH — 2,5—5,0 was investigated.

Implementation of selected yeast race can not only increase profitability but also quantity of alcohol and provide high level of fermentation of mash with high acidity and concentration.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-26

СЕЛЕКЦІЯ ТА СКРИНІНГ РАС СПИРТОВИХ ДРІЖДЖІВ ПРИ ЗБРОДЖУВАННІ ВИСОКОНЦЕНТРОВАНОГО СУСЛА З КРОХМАЛЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Т.О. Мудрак, А.М. Куц, С.С. Ковальчук, Я.А. Боярчук

Національний університет харчових технологій

Серед перспективних напрямків розвитку спиртової галузі представлені розробки, присвячені енерго- та ресурсозберігаючим технологіям. Одним із способів інтенсифікації процесів збродження сусла є підвищення концентрації сухих речовин. Проте при збродженні сусла високих концентрацій виникає ряд проблем, пов'язаних з фізіологічними особливостями дріжджів. Тому постає питання селекції нових рас, здатних до максимально повного збродження вуглеводів висококонцентрованого сусла.

Виробничий досвід підтверджує, що в умовах термоферментативної обробки зернової сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів і фільтрату барди на стадії приготування замісів селекційна робота повинна бути направлена на отримання дріжджів, здатних зброджувати не тільки сусло при високих концентраціях, але й при високих температурах та кислотності.

Метою дослідження було проведення порівняльної характеристики промислових і нових селекціонованих рас спиртових дріжджів і здійснення скринінгу дріжджів з термотолерантними й осмофільними властивостями та кислотності.

У результаті проведених досліджень селекціоновано новий штам дріжджів шляхом багатоступеневої селекції, який здатен витримувати високий осмотичний тиск до 36% (сухих речовин) СР і має направлені біосинтетичні властивості стосовно етанолу (14—17%) та кислотності. Проведено скринінг спиртових дріжджів з метою підбору раси для збродження сусла високих концентрацій.

*Для збродження сусла високих концентрацій використані раси *Saccharomyces cerevisiae* XII, К-81, ДО-11, ДО-16. Досліджено вплив концентрації сухих речовин в інтервалі 17—32%, при температурі — 30—38°C, рН — 2,5—5,0.*

Впровадження селекціонованої раси дріжджів дасть змогу не тільки підвищити рентабельність виробництва, а й вихід спирту та забезпечити високу зброджуваність сусла при високій його кислотності й концентрації.

Ключові слова: *спиртові дріжджі, скринінг, селекція, висококонцентроване сусло, сухі речовини, збродження.*

Постановка проблеми. Важливим напрямком розвитку спиртової галузі є підвищення ефективності виробництва, виходу та якісних показників цільового продукту, зниження собівартості [1].

Розробка біокаталітичних технологій приготування і збродження концентрованого зернового сусла з використанням фізіологічно активних рас дріжджів дає змогу збільшити ефективність переробки сільськогосподарської

сировини на спирт технологічним шляхом, знизити утворення відходів виробництва, в тому числі післяспиртової барди.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Розробка інноваційних технологій з метою інтенсифікації процесу зброджування викликає необхідність виділення більш фізіологічно активних рас дріжджів, а також впровадження різних технологічних прийомів і способів, які забезпечують підвищення продуктивності дріжджових клітин [2].

Основні показники якості спиртових дріжджів:

- висока бродильна здатність;
- здатність до синтезу етанолу з пониженим утворенням побічних продуктів;
- стійкість до продуктів обміну, підвищених концентрацій спирту;
- витримувати високі концентрації сухих речовин, температури та кислотності.

Збільшення виробничих потужностей шляхом установки додаткових емностей нерентабельне. Підвищити ефективність роботи бродильного відділення можна за рахунок використання якісних рас дріжджів. Дріжджі — мікроорганізми, здатні змінювати технологічні властивості, тому їх вибір повинен базуватись на раціональному скринінгу раси, стійкої до несприятливих умов з термотолерантними й осмофільними властивостями [3; 4].

Зброджування високонцентрованого сусла є одним із способів інтенсифікації виробництва спирту [5].

Ефективність процесу одержання спирту багато в чому залежить від рас дріжджів, фізико-хімічних умов виробництва: температури, рН, концентрації сухих речовин, складових показників сусла [6—8].

Виробничий досвід підтверджує, що в умовах термоферментативної обробки зернової сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів і фільтрату барди на стадії приготування замісів селекційна робота повинна бути направлена на отримання дріжджів, спроможних зброджувати сусло не тільки високих концентрацій, але й при високих температурах і кислотності. На сьогодні в спиртовій галузі України використовують термотолерантні й осмофільні раси дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* К-81, ДО-11 тощо.

Мета статті: проведення порівняльної характеристики промислових і нових селекціонованих рас спиртових дріжджів та здійснення їх скринінгу з термотолерантними й осмофільними властивостями, дослідження впливу різних рас дріжджів на зброджування сусла високої концентрації із зернової сировини, дослідження накопичення дріжджових клітин залежно від раси з метою економії та підвищення виходу кінцевого продукту — етилового спирту.

Матеріали і методи. У процесі досліджень використовували помели зерна кукурудзи з дисперсністю 100% проходу через сито з діаметром отворів 1 мм. Для приготування сусла використовували зерно кукурудзи крохмалистістю — 69,5%.

Зброджували сусло расами дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* XII, К-81, ДО-11, ДО-16. Крохмалистість вихідного зерна визначали за методом Еверса [9]. Вологість зерна з за методом підсушуванням до постійної маси [9].

Гранулометричний склад помелу зерна визначали методом розсіву на металевих і капронových ситах [9]. Концентрацію сухих речовин за допомогою цукроміру та на рефрактометрі [9].

Приготування сусла вели за низькотемпературною схемою розварювання при температурі 85—92°C з використанням концентрованих ферментних препаратів α -амілази тривалістю 3 години. Розріджену масу охолоджували до температури 50—55°C і оцукрювали глюкоамілазою протягом 0,5 години. Для приготування дріжджів сусло підкисляли сірчаною кислотою до кислотності 0,5—0,6 град. Культивування дріжджів проводили при температурі 30—32°C. Для розрідження й оцукрення замісів використовували ферментні препарати фірми «Даніско», Бельгія: як α -амілази — Амілекс 4Т, глюкоамілази — Діазім TGA.

Фізіологічний стан дріжджових клітин визначали за забарвленням дріжджової клітини розчином Люголя, а вміст мертвих клітин — з метиленовим синім, кількість дріжджів, що брунькуються, та їх накопичення — в камері Горяєва.

У лабораторних умовах чисті культури досліджуваних дріжджів з косяку пересівали в пробірку із стерильним пивним суслим концентрацією 9—10% СР та зброджували його протягом 24 годин при температурі 30°C. Після цього вміст пробірки стерильно переносили у колбу, яка містить 200 мл стерильного сусла та зброджували протягом 24 годин, бражку центрифугували, осад промивали фізрозчином і використовували для збродження сусла.

У лабораторних умовах сусло зброджували за методом «бродильної проби» в конічних колбах з сірчано-кислотними затворами у термостаті. Динаміку виділення двоокису вуглецю контролювали ваговим методом [9].

У зрілій бражці рН визначали електрометричним методом, вміст етанолу в зрілій бражці пікнометричним методом, незброжені та спирторозчинні вуглеводи, нерозчинний крохмаль і декстрини — фотоелектроколориметричним методом з антроновим реактивом [9].

Результати і обговорення. Для розробки технології збродження сусла з крохмалевмісної сировини було селекціоновано новий штам дріжджів шляхом багатоступеневої селекції, який здатен витримувати високий осмотичний тиск до 36% (сухих речовин) СР і має направлені біосинтетичні властивості стосовно етанолу та витримує високу температуру й кислотність сусла.

На першому етапі були проведені дослідження з визначення оптимальної концентрації сусла при збродженні селекціонованим штамом дріжджів ДО-16 (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив концентрації сусла із кукурудзи (СР) на показники дозрілої бражки при збродженні осмофільним штамом дріжджів ДО-16

Показники зрілої бражки	Концентрація сухих речовин, %				
	17	20	26	28	32
1	2	3	4	5	6
Величина рН	4,8	4,95	4,95	5,0	4,98
Кислотність, град	0,44	0,5	0,5	0,5	0,49

1	2	3	4	5	6
Концентрація спирту, % об.	8,9	10,65	13,45	14,91	16,70
CO ₂ , г/200 см ³	17,75	18,95	20,36	21,75	22,96
Вміст незброджених вуглеводів, г/100 см ³	0,120	0,229	0,469	0,590	0,780
Вміст нерозчинного крохмалю, г/см ³	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
Накопичення дріжджів, млн/см ³	175	224	298	313	320
% мертвих клітин	2,8	9,6	18,4	19,4	20,8
Вихід спирту з 1 т умовного крохмалю, дал	66,60	66,61	66,60	66,58	66,10

При збродженні готували сусло з допустимою концентрацією — 17, 20, 26, 28, 32% СР.

Із наведених у табл. 1 даних видно, що при збродженні сусла концентрацією 17, 20, 26% СР основні показники зрілих бражок були на рівні регламентованих. З підвищенням концентрації сусла до 28 та 32% СР ці показники зростають. Так, вміст зброджуваних вуглеводів зріс з 0,449 до 0,780 г/100, а нерозчинного крохмалю — з 0,10 до 0,15 г/100 г бражки відповідно. Концентрація спирту підвищилася з 13,45 до 16,70% об.

Але при концентрації 28% СР втрати з незброджуваними вуглеводами не перевищують 2,85% щодо введеного на збродження і не зменшують нормативного виходу спирту. Більш істотне збільшення кількості зброджуваних вуглеводів і втрат при виході спирту спостерігається при концентрації 32% СР.

На другому етапі були проведені дослідження з скринінгу рас спиртових дріжджів. Для збродження високої концентрації застосовували раси, які використовуються на спиртових заводах *Saccharomyces cerevisiae* XII, К-81, ДО-11, а також селекціоновану расу ДО-16. Для збродження використовували сусло концентраціями 17, 20, 26, 28, 32% СР.

Таблиця 2. Показники збродження сусла різними культурами дріжджів

№	Раса дріжджів	СР, %	Показники зрілої бражки				
			рН	Кислотність, град	Вміст етанолу, % об.	Вміст незброджених вуглеводів, г/100 см ³	Вміст нерозчинного крохмалю, г/100 см ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Раса XII	17	4,80	0,49	8,00	0,15	0,08
		20	4,75	0,49	10,50	0,34	0,10
		26	4,75	0,49	12,80	0,55	0,12
		28	4,95	0,49	12,40	0,90	0,15
		32	4,95	0,48	12,80	1,80	0,17
2	Раса К-81	17	4,75	0,49	8,55	0,14	0,08
		20	4,80	0,50	10,65	0,32	0,09
		26	4,90	0,50	13,40	0,39	0,12
		28	4,90	0,50	14,05	0,60	0,15
		32	4,75	0,49	14,08	0,97	0,17

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Раса ДО-11	17	5,00	0,49	8,50	0,14	0,08
		20	4,95	0,48	10,45	0,32	0,09
		26	4,60	0,48	13,10	0,50	0,12
		28	5,10	0,48	14,00	0,61	0,16
		32	5,50	0,49	15,50	0,87	0,16
4	Раса ДО-16	17	4,75	0,49	8,55	0,12	0,08
		20	4,95	0,48	10,45	0,32	0,09
		26	4,90	0,49	13,45	0,29	0,10
		28	4,90	0,50	15,40	0,40	0,12
		32	4,75	0,50	16,20	0,69	0,15

Наведені в табл. 2 дані свідчать, що всі досліджені культури при концентрації сусла 17—20% СР синтезують спирт практично на одному рівні — 8—8,5 та 10,5—10,65% об. відповідно. З підвищенням концентрації сусла до 26% СР кількість спирту, синтезованого культурами дріжджів К-81 та ДО-11 збільшується відповідно з 10,65 до 13,4 та з 10,45 до 13,1% об. (табл. 2). Осмофільний штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16 забезпечує найкращу здатність зброджувати сусло високої концентрації і при цьому накопичує до 13,4—16,2% об. спирту. Побічним критерієм оцінки бродильної активності досліджених дріжджів може бути підвищення кислотності сусла, яка збільшувалась зі зростанням концентрації сусла, особливо при концентрації сусла 28 та 32% СР.

Результати лабораторних досліджень процесу збродження сусла високої концентрації з крохмалевмісної сировини новим осмофільним штамом дають підстави рекомендувати його для широкого впровадження на підприємствах галузі, що дасть змогу підвищити її ефективність.

Для дослідження нової раси дріжджів проведено порівняння в процесі дріжджегенерування на суслі з кукурудзи концентрацією 24% СР з різними расами дріжджів (рис. 1). Встановлено що найвища кількість дріжджових клітин накопичена расою *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16 340 млн/см³, що 1,2—1,5 раза вище порівняно з досліджуваними расами.

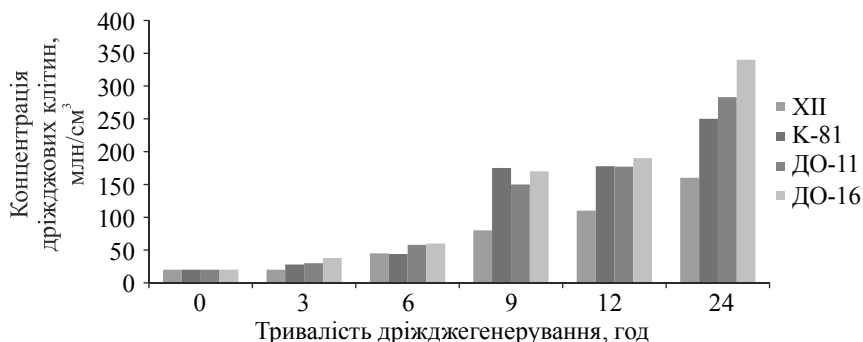


Рис. 1. Показники накопичення дріжджових клітин залежно від раси дріжджів

Для визначення стійкості досліджуваних рас до високих концентрацій сусла та температури було проведено дріжджегенераування при концентраціях сусла 20% та 28% СР, а також при температурі 30, 32, 35, 38°C. Досліджено, що порівняно з іншими расами ДО-16 здатна витримувати високу концентрацію сусла й температуру (табл. 3).

Встановлено, що найвищі концентрації дріжджових клітин були при температурі 30—32°C незалежно від раси та концентрації сусла. З підвищенням температури до 35°C вміст дріжджових клітин знижувався незалежно від раси дріжджів. Найбільша кількість клітин накопичувалась расою *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16, що становило 210—297 млн/см³ відповідно до концентрації сусла.

Таблиця 3. Вплив концентрації сусла і температури на процес синтезу дріжджів різними расами дріжджів

№ 1	Раса дріжджів	Концентрація дріжджових клітин млн/см ³							
		Концентрація сусла СР, %							
		20				28			
		Температура, °С				Температура, °С			
		30	32	35	38	30	32	35	38
1	ХП	134	95	89	48	115	205	156	65
2	К-81	131	133	139	55	187	165	149	41
3	ДО-11	172	170	162	57	136	168	125	75
4	ДО-16	185	210	185	60	214	297	192	93

У результаті зброджування висококонцентрованого сусла відбувається не лише синтез основних і побічних продуктів бродіння, але й високі концентрації органічних кислот. На сьогодні для приготування замісу застосовують фільтрат барди, використання якого також обумовлює зниження кислотності сусла. При цьому важливо, щоб дріжджі були здатні витримувати не тільки високу концентрацію сусла, а й кислотність. Були проведені дослідження з визначення стійкості різних рас спиртових дріжджів до хімічного стресу, викликаного високою кислотністю сусла (рис. 2). Сусло підкислювали до зазначених рН сірчаною кислотою.

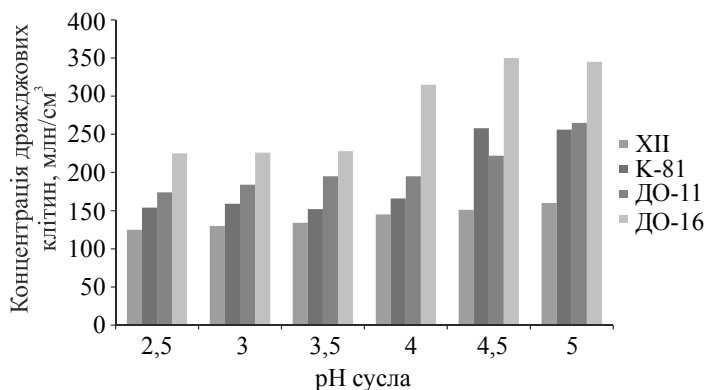


Рис. 2. Вплив рН сусла на дріжджегенераування

Встановлено що при значеннях рН 2,5, 3,0, 3,5 у раси *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16 концентрація клітин була вищою в 2,5, 1,8, 1,5, 1,4 раза порівняно з досліджуваними расами.

На наступному етапі досліджена динаміка синтезу органічних сполук різних груп, а саме: вищих і ароматичних спиртів, альдегідів, складних естерів у процесі зброджування сусла з фіксованою початковою концентрацією СР — 32% та заданою температурою бродиння — 30—35°C.

Залежність концентрації летких органічних сполук у бражних дистилятах пов'язана з регуляторними функціями дріжджових клітин, які значною мірою залежать від раси спиртових дріжджів і технологічних параметрів приготування й зброджування сусла.

За результатами отриманих експериментальних даних за вмістом летких органічних домішок у бражних дистилятах встановлено, що концентрація компонентів, які входять до групи альдегідів при зброджуванні сусла класичною расою XII становила 47,8 мг/дм³, у раси ДО-16 концентрація цього компоненту знижувалася в 1,6 раза, а у раси ДО-11 зростала майже у 1,2 раза порівняно з расою XII та з расою ДО-16 — в 1,9 раза (табл. 4). При цьому концентрація вищих та ароматичних спиртів при зброджуванні сусла расою XII складала 263,54 мг/дм³, К-81 — 254,66 мг/дм³, ДО-11 — 262,81 мг/дм³, ДО-16 — 235,13 мг/дм³. У динаміці синтезу складних естерів спостерігалася аналогічна тенденція.

Таблиця 4. Вміст летких домішок у бражних дистилятах при зброджуванні сусла різними расами дріжджів

№ п/п	Раса дріжджів	Вміст летких компонентів, мг/ дм ³										
		альдегіди	естери				спирти, %об.	сивушні спирти				
		ацетальдегід	метилацетат	етилацетат	ізоамілацетат	сума по групі	метанол	н-пропанол	ізобутанол	н-бутанол	ізоаміл. спирт	сума по групі
1	ПХ	47,8	1,15	2,02	8,77	11,9	0,0048	83,11	41,26	9,07	130,1	263,54
2	К-81	48,6	0,93	2,15	6,54	9,62	0,005	104,5	36,29	7,97	105,9	254,66
3	ДО-11	55,8	1,36	2,12	1,32	4,80	0,0045	75,06	40,44	1,01	146,3	262,81
4	ДО-16	29,6	1,09	1,87	1,05	4,01	0,0044	71,06	36,31	8,56	119,2	235,13

Висновки

Отже, расу *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16 можна рекомендувати для промислового застосування при зброджуванні високонцентрованого сусла, тому що вона більш стійка до таких факторів, як кислотійкість, осмотичний тиск, високі концентрації етанолу в бражках, термостійкість порівняно з іншими расами. Застосування нової раси дасть змогу інтенсифікувати виробництво спирту при зброджуванні сусла високих концентрацій.

Для зброджування сусла із кукурудзи концентрацією 32% СР при заданій температурі бродиння 30—35°C раціональним прийомом у технології є

використання раси ДО-16, що підтверджується мінімальними концентраціями різних груп летких органічних домішок і підвищеним вмістом етилового спирту в бражних дистилятах.

Література

1. Шиян П.Л. Іновативні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійничук. — Київ : Асканія 2009.— 424 с.
2. Римарев Л.В. Состояние и перспективы развития современных технологий в спиртовом производстве // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2005. — № 2. — С. 4—6.
3. Araque Edgardo, Parra Carolina, Rodríguez Manuel, Freer Juanita, Baeza Jaime Selection of thermotolerant yeast strains *Saccharomyces cerevisiae* for bioethanol production // Enzyme and Microbial Technology. — August 2008.—Volume 43, Issue 2. — P. 120—123. doi.org/10.1016/j.enzmictec.2008.02.007.
4. Левандовський Л.В. Дослідження впливу умов культивування дріжджів на результати спиртового зброджування сусла із зерна / Л.В. Левандовський, А.П. Михайлів // Вісник аграрної науки. — 2010. — № 9. — С. 50—53.
5. Давыденко С.Г. Скрининг штаммов спиртовых дрожжей для сбраживания высококонцентрированного сусла / С.Г. Давыденко, А.С. Устинова, Т.В. Меледина, Н.В. Баракова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. — 2012. — № 2. — С. 14.
6. Храпова А.В. Скрининг новых штаммов дрожжей, перспективных для получения биомассы / А.В. Храпова, О.Б. Сопрунова // Тезисы докладов. Том I. — Астрахань : Астраханский государственный университет, 2010. — С. 20.
7. Римарева Л.В. Осмофильный штамм спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 1039 для сбраживания концентрированного зернового сусла / Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко, Н.И. Игнатова, Е.М. Серба // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2012. — № 3. — С. 6—11.
8. Олійничук С.Т. Зависимость накопления глицерола и сбраживания гидролизатов крохмалсодержащего сырья от концентрации сусла / С.Т. Олійничук, Т.И. Лысак, Л.В. Маринченко // Biotechnologia Acta. — 2015. —Т. 8, № 4. — С. 128—134. doi: 10.15407/biotech8.04.128.
9. Полигалина Г.В. Техно-химический контроль производства алкогольных и ликероводочных изделий / Г.В. Полигалина. — Москва : Колос, 1999. — 334 с.

STUDY OF THE TERMS OF STORAGE OF MEAT PASTE OF FUNCTIONAL APPOINTMENT

O. Moskalyuk

National University of Food Technologies

Key words:

Paste
Functional products
Shelf life
Microbiological
parameters

Article history:

Received 02.03.2018
Received in revised form
16.03.2018
Accepted 06.04.2018

Corresponding author:

O. Moskalyuk
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of research of microbiological parameters of developed functional pates using fungal raw materials and phytocomplex of propagated grain of oat, barley, wheat and maize in order to confirm the safety and quality of the product when extending its expiration date.

Food safety and stability of meat pates during storage are important and necessary requirements for both consumers and producers, which depend on many factors (peculiarities of basic and auxiliary raw materials, sanitary and technical condition of equipment, correctness of carrying out of technological operations, preservation of necessary modes, etc.).

The issue of maintaining quality characteristics throughout the entire period of storage and sale, as well as the possibility of increasing it remains open. The impact of the environment on products and raw materials is due to many factors: chemical and biochemical (effects of oxygen and surface moisture, enzymes undergoing chemical transformation, entering and accumulation of undesirable substances, etc.), physical and physical-chemical (effects of temperature, ultraviolet, water activity, etc., biological (activity of micro- and macroorganisms).

To determine the influence of the proposed plant components on the expiration date of meat pates, bacteriological studies were carried out: the number of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms (MAFAM), bacteria of the intestinal stem group (BGKP), sulfite-reducing clostridia, pathogenic flora, including bacteria of the genus *Salmonellae*, which characterize the safety of meat pates for consumption.

When studying microbiological parameters of patch products during 6 days at a temperature of 0...4°C it was found that the dynamics of microflora in the control and experimental samples is practically the same and the number of microorganisms in them did not exceed the allowable norms for this type of product (no more than $1 \cdot 10^3$ in 1 g).

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О.Є. Москалюк

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень мікробіологічних показників розроблених паштетів функціонального призначення з використанням грибно-ї сировини та фітокомплексу пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи з метою підтвердження безпечності та якості продукту при подовженні термінів придатності.

Харчова безпека і стійкість м'ясних паштетів при зберіганні — це важливі та необхідні вимоги як для споживачів, так і для виробників, які залежать від багатьох факторів (особливостей основної та допоміжної сировини, санітарного й технічного стану обладнання, правильності проведення технологічних операцій, збереження необхідних режимів тощо).

Питання збереження якісних характеристик упродовж усього строку зберігання і реалізації, а також можливості його збільшення лишається відкритим. Вплив навколишнього середовища на продукти та сировину обумовлений безліччю факторів: хімічними та біохімічними (вплив кисню повітря і поверхневої вологи, хімічні перетворення під дією ферментів, потрапляння та накопичення небажаних речовин тощо), фізичними та фізико-хімічними (вплив температури, ультрафіолету, активності води тощо), біологічними (діяльність мікро- і макроорганізмів).

Для визначення впливу внесення запропонованих рослинних компонентів на термін придатності м'ясних паштетів були проведені бактеріологічні дослідження: кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП), сульфітредукуючих кластрій, патогенної флори, в тому числі бактерій роду *Salmonellae*, які характеризують безпечність м'ясних паштетів до споживання.

При дослідженні мікробіологічних показників паштетних виробів протягом 6 днів при температурі 0...4°C було з'ясовано, що динаміка розвитку мікрофлори в контрольному та експериментальних зразках практично однакова і кількість мікроорганізмів у них не перевищувала допустимі норми для даного виду продукту (не більше $1 \cdot 10^3$ в 1 г).

Ключові слова: паштет, функціональні продукти, термін придатності, мікробіологічні показники.

Постановка проблеми. Важливою соціальною проблемою в Україні є поліпшення структури харчування населення за рахунок підвищення біологічної цінності й удосконалення асортименту харчової продукції. У раціонах харчування населення спостерігається дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних елементів, харчових волокон тощо. В концепції «здорового» харчування особлива роль відводиться про-

дуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості. Їх одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але й як складний немедикаментозний комплекс, що відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні профілактичні або оздоровчі властивості. Поліпшити ситуацію може максимальне залучення біологічно активних компонентів при розробці нових продуктів харчування (комбінування сировинних інгредієнтів з урахуванням сучасних досягнень нутриціології).

Харчова продукція, особливо м'ясна, є необхідним елементом для забезпечення якісного та повноцінного життя населення. Однак нарощення виробництва харчових продуктів не вирішує всіх проблем, пов'язаних із якістю, безпечністю, екологічністю, практичністю. Більшість проблем вирішуються завдяки вдосконалених або принципово нових технологій виробництва, що дає змогу отримувати продукцію відповідної якості.

Проте питання збереження якісних характеристик впродовж усього строку зберігання і реалізації, а також можливості його збільшення лишається відкритим. Вплив навколишнього середовища на продукти та сировину обумовлений безліччю факторів: хімічними та біохімічними (вплив кисню повітря і поверхневої вологи, хімічні перетворення під дією ферментів, потрапляння та накопичення небажаних речовин тощо), фізичними та фізико-хімічними (вплив температури, ультрафіолету, активності води тощо), біологічними (діяльність мікро- і макроорганізмів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні однією з найважливіших проблем суспільства є мінімізація негативного впливу довкілля на людину. Порушена екологія та деформований раціон харчування призводить до зниження загальної резистентності організму. Традиційне харчування не забезпечує високого профілактичного ефекту та може привести до виникнення нутрієнтно дефіцитних станів організму. [1]. За оцінкою фахівців здоров'я населення лише на 8—12% залежить від системи охорони здоров'я, в той час як частка впливу на нього соціально-економічних чинників і способу життя, в тому числі фактор харчування, досягає від 52 до 56%. Правильно побудоване відповідно фізіолого-гігієнічних вимог, харчування забезпечує нормальний перебіг обміну речовин, підтримує високий рівень функціональної здатності найважливіших систем організму і таким чином сприяє загальному зміцненню здоров'я, продовженню життя і активному творчому його періоду [2; 3].

Одним із провідних напрямків наукових досліджень останнього десятиріччя є розробка харчових продуктів функціонального призначення. Це спонукає розробників до пошуку нових нетрадиційних сировинних інгредієнтів із високим вмістом біологічно активних речовин [3—5].

Сучасні м'ясні продукти створюють за принципом харчової комбінаторики, шляхом кількісного підбору основної сировини, інгредієнтів, харчових добавок. Це забезпечує формування бажаних органолептичних, фізико-хімічних, технологічних властивостей, а також заданий рівень харчової, біологічної й енергетичної цінності готових виробів. Одним із оптимальних вирішень

проблеми оздоровлення харчування є виробництво паштетів, які часто рекомендують при захворюваннях кишківника, особливо при гастритах. Адже в паштеті містяться інгредієнти тваринного і рослинного походження у легкодоступній для травних ферментів формі. Вибір компонентів рецептури м'ясного паштету обумовлений їх хімічним складом, функціональними і технологічними властивостями та енергетичною цінністю. М'ясні паштети, де м'ясо та субпродукти є основними інгредієнтами, користуються попитом завдяки високій харчовій цінності, приємному специфічному смаку і ніжній консистенції [6—8].

Метою статті є розроблення рецептур і розширення асортименту паштетів з використанням рослинних компонентів, багатих функціональними нутрієнтами, та дослідження показників безпеки готових виробів.

Викладення основних результатів дослідження. Як рецептурні компоненти розроблених паштетів запропоновано використання м'яса та субпродуктів птиці, грибною сировини та фітокомплексу пророщених зерен злакових культур. На початковому етапі розроблення інноваційного продукту були досліджені функціонально-технологічні показники рослинних добавок та їх вплив на структурно-механічні показники м'ясного фаршу для паштету. Розроблена технологія м'ясних паштетів функціонального призначення передбачає внесення масової частки рослинних компонентів у системі від 10% до 25% від загальної маси сировини [8; 9]. Однак використання нових нетрадиційних інгредієнтів при виробництві м'ясних паштетів обумовлює необхідність ретельного дослідження термінів зберігання і мікробіологічних показників. Викликано це насамперед фізико-хімічною активністю рослинних компонентів, їх високим вологовмістом і додатковою контамінованістю фаршу [10; 11]. Внесення рослинних компонентів у м'ясний фарш призводить до змін показників якості паштетів у процесі зберігання, зокрема бактеріологічних. Дослідження проводили на зразках паштетів у поліамідній оболонці, вироблених у промислових умовах. Грибну сировину та суміш пророщених зерен злакових культур вносили до складу паштетної маси на початку процесу кутерування за розробленою раніше рецептурою і за прийнятою технологією. Контролем були зразки паштетів, виготовлені згідно з ДСТУ 4432:2005 «Паштети м'ясні. Технічні умови». Як основну сировину в рецептурах паштетів використовували м'ясо та субпродукти з птиці, які мають дієтичні властивості.

М'ясо птиці засвоюється на 94—96%, жирова тканина складає лише 5,2% та характеризується великою кількістю поліненасичених жирних кислот. Печінка містить залізовміщуючі білки — ферин і феритин, які є джерелом заліза у синтезі гемоглобіну. Печінка багата азотистими екстрактивними речовинами, а також вітамінами, макро- та мікроелементами. Особливо велику кількість вона містить холіну, біотину, вітаміну А (50 мг%), С (25—40 мг%), ніацину, а також включає всі вітаміни групи В. Завдяки специфічному хімічному складу печінку широко використовують у лікувальному харчуванні при анемії, променевій хворобі, загальному ослабленні і зниженій кровотворній здатності організму.

Гриби мають унікальний збалансований склад усіх біологічно цінних харчових компонентів: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мікроелементів. Біологічно-активні речовини грибів сприяють нормалізації апетиту, підвищують імунітет, знижують рівень холестерину низької щільності, зменшують ризик інфаркту та запобігають появі атеросклерозу, впливають на розвиток пам'яті й активізують розумову діяльність людини. Гриби мають радіопротекторні властивості.

Також розроблені рецептури паштетів з додаванням фітокомплексу злакових культур (пророщених зерен вівса, ячменю, пшениці та кукурудзи) для посилення лікувально-профілактичного ефекту.

Розроблені паштети були досліджені за органолептичними показниками, функціонально-технологічними та мікробіологічними показниками. Зразки, які містили грибну сировину, відрізнялись більш монолітною та гомогенною структурою і ніжним смаком порівняно з контрольним зразком. Зразки з фітокомплексом пророщених зерен мали хороші смакові якості, приємний смак і аромат, однорідну, ніжну консистенцію.

При розробленні паштетів з поєднанням м'ясної і рослинної сировини у заданому співвідношенні важливим є дослідження впливу рослинних компонентів на фізико-хімічні показники готових продуктів. Дослідження хімічного складу показало, що за харчовою цінністю нові рецептури відповідають вимогам, які висуваються до цієї асортиментної групи. Паштети мають низьку масову частку жиру, високий вміст білків, що приводить до зниження енергетичної цінності.

Внесення нетрадиційної рослинної сировини у рецептури паштетів забезпечує високу вологозв'язуючу та вологоутримуючу здатності фаршів і сприяє створенню ніжної, соковитої консистенції готового продукту, збільшення виходу, зменшення втрат при термообробці.

Для визначення впливу внесених компонентів на термін придатності паштетів були проведені бактеріологічні дослідження, а саме: визначена кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ, КУО), бактерій групи кишкової палички (БГКП), сульфитредукуючих клостридій, *Staphylococcus aureus*, *L. Monocytogenes*, в тому числі бактерій роду *Salmonellae*, що характеризує безпечність м'ясних виробів до споживання.

Мікробіологічні показники контрольного й експериментальних зразків здійснювали відповідно до санітарно-гігієнічних вимог на сировину та харчові продукти в процесі зберігання протягом 6 діб при температурі 0...4°C.

При дослідженні було з'ясовано, що динаміка розвитку мікрофлори в контрольному й експериментальних зразках практично однакова, кількість мікроорганізмів у них знаходилась на одному рівні і не перевищувала допустимі норми для даного виду продукту (не більше $1 \cdot 10^3$ в 1 г). Мікробіологічні показники розроблених паштетів з використанням грибної сировини та фітокомплексу пророщених зерен злакових культур представлені в табл. 1, 2.

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 1. Мікробіологічні показники паштетів з грибною сировиною

Назва показників, згідно з ДСТУ 4432:2005	Значення показників			
	Тривалість зберігання, діб			Відповідно до вимог ДСТУ 4432:2005
	1	3	6	
МАФАМ, КУО/г	$6,05 \cdot 10^2$	$7,3 \cdot 10^2$	$8,11 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$
БГКП	Не виявлено			Не допускається
сульфіт-редуючих клостридій	Не виявлено			Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г продукту	Не виявлено			Не дозволено
<i>L. Monocytogenes</i> в 25 г продукту	Не виявлено			Не дозволено
<i>Salmonella</i> в 25 г продукту	Не виявлено			Не дозволено

Таблиця 2. Мікробіологічні показники паштетів з фітокомплексом пророщених зерен

Назва показників, згідно з ДСТУ 4432:2005	Значення показників			
	Тривалість зберігання, діб			Відповідно до вимог ДСТУ 4432:2005
	1	3	6	
МАФАМ, КУО/г	$8,5 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$
БГКП	Не виявлено			Не допускається
сульфіт-редуючих клостридій	Не виявлено			Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г продукту	Не виявлено			Не дозволено
<i>L. Monocytogenes</i> в 25 г продукту	Не виявлено			Не дозволено
<i>Salmonella</i> в 25 г продукту	Не виявлено			Не дозволено

Результати досліджень м'ясного паштету (табл. 1, 2) вказують на мікробіологічну стабільність (у межах допустимих норм), що свідчить про безпечність і придатність продукту до споживання.

Висновки

Розроблені рецептури м'ясних паштетів з використанням грибною сировини та фітокомплексу пророщених зерен злакових культур характеризуються високою харчовою цінністю, мають оптимізований хімічний склад і можуть бути запропоновані в раціонах харчування медичного спрямування. Комбінування сировини тваринного і рослинного походження не знижує органолептичних показників продукту, а в деяких випадках вони навіть вищі, ніж у контрольних зразках. При дослідженні мікробіологічних показників паштетів виявлено, що динаміка змін кількості мікрофлори незначна протягом шести діб зберігання, а кількість мікроорганізмів не перевищує допустимі норми для цього виду продукту.

Література

1. Пересічний М.І. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, В.Н. Корзун, О.М. Григоренко // [Монографія]. — Київ : КНТЕУ, 2003. — 526 с.

2. *Москалюк О.Є.* Розробка м'ясних геродієтичних продуктів — основа здорового харчування / О.Є. Москалюк, О.І. Гашук, О.А. Чернюшок // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З Гжицького. Технічні науки. Серія «Харчові технології». — 2014. — Том 16, № (59).— Частина 4. — С. 43—48.
3. *Трубина И.А.* Функциональные продукты на м'ясний основе / И.А. Трубина // Ежеквартальный научно-практический журнал. — 2012. — № 4(8). — С. 46—48.
4. *Lobo V.* Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, N. Chandra // Department of Botany, Birla College, Kalyan — 421 304, Maharastra, India. — 2016. — P. 125—128.
5. *Mari Niva* Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented finns / Mari Niva // All foods affect health. — 2016. — P. 384—393.
6. *Пешук Л.В.* Розробка м'ясних геродієтичний продуктів — пріоритетний науковий напрямок / Л.В. Пешук, О.Є. Москалюк, І.І. Гашук // Науковий журнал «Вісник Сумського НАУ» серія «Тваринництво», Суми. — 2014. — № 2/2(25). — С. 187—190.
7. *Москалюк О.Є.* Інноваційний м'ясний продукт / О.Є. Москалюк, Л.В. Пешук, О.І. Гашук // Харчова промисловість. —Київ : НУХТ, 2015. — № 17. — С. 64—67.
8. *Солецька А.Д.* Розробка рецептури м'ясних паштетів лікувально-профілактичного призначення / А.Д. Солецька, А.В. Асауляк // Наукові праці ОНАХТ. — 2011. — Вип. 40(2). — С. 205—207.
9. *Пасічний В.М.* Дослідження термінів зберігання комбінованих м'ясопродуктів з грибним напівфабрикатом / В.М. Пасічний, Ю.А. Ястреба // Обладнання та технології харчових виробництв. — 2011. — № 27. — С. 135—140.
10. *Москалюк О.Є.* Разработка мясного паштета повышенной биологической ценности / О.Е. Москалюк, А.И. Гашук, Л.В. Пешук, О.А. Чернюшок // Пищевая промышленность: наука и технологи. — Минск, 2017. —№ 4(38). — С. 9—13.
11. *Москалюк О.Є.* Розроблення паштетів з використанням фітокомплексу злакових культур «СНОІСЕ / О.Є. Москалюк, О.І. Гашук // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2017. — Т. 23, № 4. — С. 238—243.

TECHNOLOGY OF SHORTCAKE WITH PECTIN

M. Kravchenko, V. Mykhailyk

Kyiv National University of Trade and Economics

N. Yaroshenko

Kherson State University

Key words:

Cookies

Pectin

Biological value

Food fiber

Article history:

Received 16.03.2018

Received in revised form

03.04.2018

Accepted 20.04.2018

Corresponding author:

V. Mykhailyk

E-mail:

vetalikk@bigmir.net

ABSTRACT

The article substantiates the feasibility of using pectin in the technology of shortcake. The analysis of the basic methods of obtaining pectin and its use as a food and dietary supplement is carried out. The technology of flour confectionery products from the dough for shortcake and pectin is scientifically substantiated and developed. The study of organoleptic and physical-chemical parameters of shortcake and pectin has been carried out. The acidity, moisture content of the pectin and shortcake with pectin are determined. The best result was shown when 8% of wheat flour was changed with pectin from its initial mass. The content of such main components as food fibers increased — by 8.46 times, potassium — by 1.07 times, magnesium — by 1.11 times, sodium by 4.25 times, iron by 1.09 times. It has been established that pectin practically does not affect the quality indicators of shortcake. Lowesterified pectins have the largest complexing ability, the use of which as a food additive is limited due to their low drag-making ability. Pectins are obtained from different vegetable raw materials. These are odorless, colored from light cream to brown powders.

The chemical composition of the shortcake with the use of pectin is calculated. The directions of food enrichment with pectin substances are determined. The basic technological scheme of production of shortcake with pectin is given.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-28

ТЕХНОЛОГІЯ ПІСОЧНОГО ПЕЧИВА З ПЕКТИНОМ

М.Ф. Кравченко, В.С. Михайлик

Київський національний торговельно-економічний університет

Н.Ю. Ярошенко

Херсонський державний університет

У статті обґрунтовано доцільність використання пектину в технології пісочного печива. Проведено аналіз основних способів отримання пектину та використання його як харчової і дієтичної добавки. Науково обґрунтовано і розроблено технологію борошняних кондитерських виробів з пісочного тіста

і пектину. Проведено дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників пісочного печива і пектину. Визначено кислотність, вологість пектину і пісочного печива з пектином. Найкращий результат спостерігається при заміні 8% пшеничного борошна на пектин від його початкової маси. Збільшився вміст таких основних компонентів: харчові волокна — у 8,46 разів, калію — 1,07 разів, магнію — 1,11 разів, натрію — 4,25 разів, заліза — 1,09 разів. Встановлено, що пектин практично не здійснює впливу на показники якості пісочного печива. Найбільшу комплексоутворюючу здатність мають низькоетерифіковані пектини, використання яких як харчових добавок обмежене у зв'язку з їхньою невисокою драглетворюючою здатністю. Пектини отримують із різної рослинної сировини. Це порошки без запаху, від світло-кремового до коричневого кольору.

Розраховано хімічний склад печива з використанням пектину. Визначено напрями збагачення продуктів харчування пектиновими речовинами. Наведено принципову технологічну схему виробництва пісочного печива з пектином.

Ключові слова: пісочне печиво, пектин, біологічна цінність, харчові волокна.

Постановка проблеми. За результатами досліджень фактичного стану харчування населення встановлено, що в Україні споживають значну кількість борошняних кондитерських виробів, які мають високий вміст вуглеводів, жирів і незбалансований хімічний склад. Актуальним завданням для науковців на сьогодні є створення нових комбінованих продуктів на основі натуральної сировини, збалансованих за хімічним складом, збагачених біологічно активними речовинами, а також макро- та мікроелементами. Методологія збагачення харчових продуктів функціональними інгредієнтами полягає у правильному виборі і необхідному співвідношенні харчових компонентів, отримання максимального ефекту з урахуванням хімічного складу, процесу виробництва і зберігання, способу їх внесення в харчову систему.

Пісочне печиво користується великим попитом у населення, що пов'язано з невисокою вартістю та високими смаковими якостями. Однак конкурентоспроможність продукції значною мірою визначається наявністю асортименту спеціальних продуктів оздоровчого призначення. Використання пісочного печива з дієтичними добавками забезпечить зменшення дефіциту біологічно активних речовин у раціонах харчування населення. Збагачення борошняних кондитерських виробів харчовими волокнами, мінеральними речовинами дасть змогу покращити їхню харчову і біологічну цінність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел і дослідження вчених С.К. Ільдірової, К.Г. Іоргачової, О.Г. Шидакової-Камєнюки, М.Ф. Кравченка, Т.М. Поп, Я.О. Бачинської підтвердили актуальність досліджень підвищення біологічної цінності пісочного печива за рахунок використання шротів розторопші плямистої [1], борошна насіння льону, насіння кунжуту, кедрового горіху, порошок листя волоського горіху, а також пектину [2].

Цінність пектину визначається його унікальними властивостями, серед яких комплексоутворююча, драглеутворююча, емульгуюча та стабілізуюча здатність, яка проявляється у харчових системах.

Комплексоутворююча здатність пектинових речовин заснована на взаємодії емокуронової кислоти (похідної пектину) з іонами важких і радіоактивних металів. Ця властивість дає підставу рекомендувати пектин для введення в раціон харчування осіб, які перебувають у середовищі, забрудненому радіонуклідами та металевими ксенобіотиками. Пектини мають бактерицидну дію щодо стафілококів, сальмонел і використовуються при лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту [3; 4].

Незважаючи на всі позитивні моменти від вживання пектинових речовин, актуальною проблемою є їхня нестача в раціонах харчування, що пов'язано зі зменшенням вживання овочів, плодів і ягід у натуральному вигляді та продуктів їхньої переробки.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є додавання препаратів пектину під час технологічного процесу (наприклад, у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, молочних продуктів тощо) або вживання пектину у вигляді дієтичних добавок до щоденного раціону.

Пектин широко використовують у харчовій промисловості. Ця речовина ціниться як гелеутворювач і стабілізатор, виводить з організму токсичні речовини, радіоактивні і важкі метали, має лікувальні і дієтичні властивості [5; 6].

Мета дослідження: підвищення поживної цінності пісочного печива за рахунок використання пектину.

Матеріали та методи. У дослідженні використано пектин виробництва «Veda Life» (Україна). Органолептичні показники пісочного печива з пектином визначено дегустацією за п'ятибальною шкалою [7]; вологість — методом висушування до постійної маси за температури 130°C [8]; титровану кислотність — титруванням 0,1 розчином NaOH [9], активну кислотність — рН-метром (MP511 Lab pH Meter, Польща).

Викладення основних результатів дослідження. Пісочне тісто з пектином і контрольний зразок випікали за класичною рецептурою (№ 8) печива пісочного [10].

У контрольному та дослідних зразках печива визначено вологість, титрована і абсолютна кислотність за зазначеними вище методами. Проаналізовано органолептичні та фізико-хімічні показники якості пектину (табл. 1).

Таблиця 1. Оцінка якості пектину

Пектин	Колір	Смак	Консистенція	Запах	Вологість, %	Кислотність
						титрована, град
Яблучний	Світло-жовтий	Без смаку	Однорідна	Без запаху	3,36	0,72
Цитрусовий	Кремовий	Без смаку	Однорідна	Без запаху	3,59	0,74

Відзначено, що смак і запах у досліджуваного пектину відсутній, що може позитивно вплинути на якість готового печива. Консистенція пектину одно-

рідна, крихка, порошкоподібна, що сприяє його використанню в технології пісочного тіста. Колір зразків пектину визначено від світло-кремового до світло-жовтого, що може впливати на забарвлення готових виробів. Вологість досліджуваного пектину не перевищує 3,59%.

Яблучний пектин використано у подальших дослідженнях. Його вносили у пісочне тісто в кількості 4, 8 і 12% від маси борошна згідно з рецептурою (відповідно, досліди 1, 2 і 3).

Результати дослідження фізико-хімічних властивостей контрольного та дослідних зразків пісочного печива з внесенням пектину наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники пісочного печива із додаванням пектину

Варіант досліджу	Вологість, %	pH	Кислотність печива на 100 г, град
Контроль	7,42	6,64	0,26
Дослід 1	7,25	6,14	0,50
Дослід 2	7,17	5,81	0,90
Дослід 3	7,47	5,17	1,10

Вологість пісочного печива при додаванні пектину від 4 до 12% від кількості борошна знижується від 0,53 до 0,83%, що можна вважати позитивним з точки зору подовження терміну зберігання готового продукту.

Кислотність печива підвищується зі збільшенням кількості пектину у продукті з 4 до 12%, відповідно, на 0,50, 0,90 і 1,10 град.

Для визначення оптимального варіанта за результатами органолептичної оцінки печива проведено дегустацію контрольного та дослідних зразків печива з різною кількістю пектину (табл. 3).

Таблиця 3. Органолептична оцінка пісочного печива з пектином

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
Колір	5,0	4,9	4,9	4,7
Смак	5,0	4,9	4,9	4,8
Запах	5,0	4,9	4,9	4,7
Консистенція	5,0	4,9	4,9	4,8
Зовнішній вигляд	5,0	4,9	4,9	4,7
Середній бал	5,0	4,9	4,9	4,7

З даних табл. 3 можна зробити висновок, що при додаванні пектину в пісочне печиво в кількості від 4% до 8% майже не змінюються органолептичні показники. Але при додаванні 12% пектину погіршується консистенція печива. Тож для покращення поживних властивостей печива вибрано заміну 8% борошна на пектин.

Розрахунок хімічного складу пісочного печива з використанням пектину представлено в табл. 4.

Аналіз даних (табл. 4) свідчить, що для покращення поживної цінності печива оптимальна кількість додавання пектину дорівнює 8%. Збільшився вміст таких основних компонентів: харчові волокна — у 8,46 раза, калію — на 1,07 раза, магнію — на 1,11 раза, натрію — у 4,25 раза, заліза — у 1,09 раза.

Таблиця 4. Хімічний склад пісочного печива з пектином

Компоненти	Пісочне печиво (контроль)	Дослід 1. Пісочне печиво з додаванням пектину 4%	Дослід 2. Пісочне печиво з додаванням пектину 8%
Білки, г	5,12	5,16	5,20
Жири, г	18,60	18,56	18,56
Вуглеводи, г	5,88	9,19	12,54
в тому числі харчові волокна, г	0,80	3,79	6,78
Вітаміни, мг			
Вітамін А, мг	0,12	0,13	0,14
Вітамін В ₁ , мг	0,12	0,13	0,14
Вітамін В ₂ , мг	0,09	0,09	0,09
Макро- та мікроелементи, мг			
Йод, мкг	5,16	5,16	5,16
Фосфор, мкг	49,50	48,52	47,54
Мінеральні речовини, мг			
Калій, мг	58,40	60,38	62,37
Кальцій, мг	17,20	18,11	19,02
Магній, мг	3,10	3,54	3,97
Натрій, мг	10,22	26,85	43,48
Залізо, мг	0,86	0,90	0,94

Розроблено технологічну схему приготування пісочного печива з використанням пектину (рис. 1).

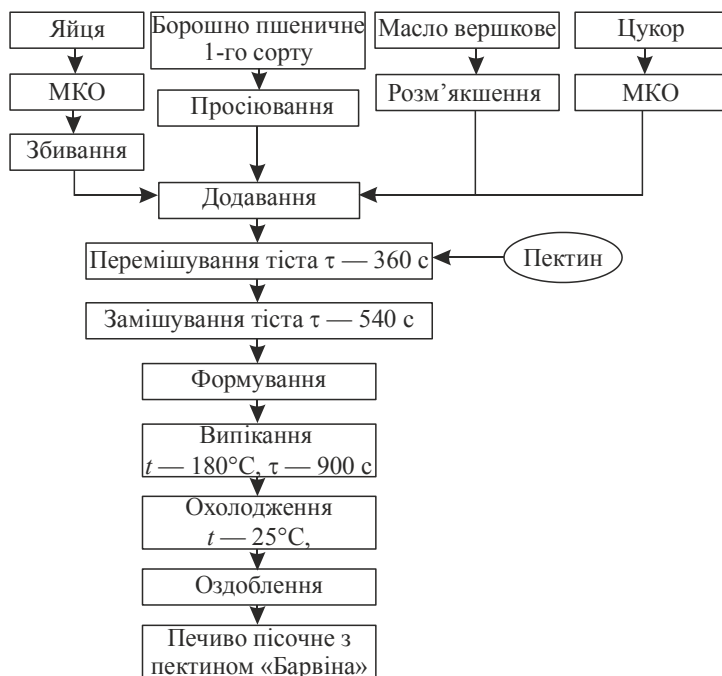


Рис. 1. Технологічна схема приготування пісочного печива з використанням пектину

Висновки

У результаті проведених досліджень підібрано раціональну концентрацію пектину у кількості 8%, розроблено технологічну схему пісочного печива з пектином. Досліджено фізико-хімічні показники, вологість і кислотність фруктового пектину методом висушування й титрування.

Обґрунтовано можливість використання пектину в технології пісочного печива. В готовому печиві за рахунок внесення пектину кількість клітковини збільшилась у 8,5 раза, магнію — у 1,35 раза, натрію — у 4,32 раза. Отже, додавання пектину в технології пісочного печива є доцільним і покращує його харчову й біологічну цінність і може бути впроваджене у закладах ресторанного господарства.

Література

1. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення / А.А. Мазаракі, за ред. М.І. Пересічного // 2-е вид., переробл. та допов. Монографія. — Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. — 1116 с.
2. Оболкіна В.И. Использование пектинов и пектинсодержащих продуктов при производстве кондитерских изделий с железной структурой / В.И. Оболкіна, И.А. Крапивницікая, У.С. Йовбак, С.Г. Кияница // Продукты & Ингредиенты. — 2013. — № 2. — С. 21.
3. Кочеткова А.А. Пектин. О многих гранях одного ингредиента / А.А. Кочеткова, Л.Г. Ипатова // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. — 2009. — № 1. — С. 34.
4. Троян З.А. Научно-практические аспекты производства джемов / З.А. Троян, Л.В. Лычкина, Н.В. Юрченко, Н.Н. Корастилева // Пищевая промышленность. — 2009. — № 7. — С. 46.
5. Дорохович А.М. Печенье: группы, рецептуры, ингредиенты / А.М. Дорохович, В.В. Дорохович, О.М. Яременко // Продукты & Ингредиенты. — 2012. — № 8. — С. 39.
6. Зыбин М. Новые пектины компании SPKelco для производства фруктово-ягодных джемов, наполнителей и термостабильных начинок / М. Зыбин // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. — 2013. — № 1. — С. 20.
7. Олексієнко Н. Сенсорна оцінка якості кондитерських виробів у процесі зберігання / Н. Олексієнко, Н. Неделіна // Продовольча індустрія АПК. — 2012. — № 4. — С. 22—24.
8. ДСТУ 4910: 2008 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ: ГОСТ 5900-73. — Москва : Изд-во стандартов, 1973. — 6 с. — (Межгосударственный стандарт)
9. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. — Москва : Изд-во стандартов, 1980. — 10 с. (Межгосударственный стандарт).
10. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий. — Санкт-Петербург, ПРОФИКС. : 2006. — С. 16.

USING NATURAL MINERAL MATERIALS FOR MECHANICAL WATER TREATMENT FOR DRINKS

S. Oliinyk, V. Prybylsky, I. Samchenko, L. Tarasiuk

National University of Food Technology

Key words:

Water
Mineral
Rock crystal
Morion
Rauchtopaz
Obsidian
Filtration
Efficiency

Article history:

Received 06.03.2018
Received in revised form
03.04.2018
Accepted 17.04.2018

Corresponding author:

S. Oliinyk
E-mail:
lana_ol@ukr.net

ABSTRACT

The relevance of the use of natural mineral materials for the mechanical treatment of water in the production of alcoholic beverages is shown. Obsidian filter materials and a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas were studied in a 1:1:1 ratio compared to quartz sand. During the research, organoleptic, physico-chemical, capillary-phoretic and spectrometric methods of analysis, theoretical generalization and comparison, systematic approach were carried out.

A comparative evaluation of the physical and chemical characteristics of the filter materials was carried out. The effectiveness of using obsidian and a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas during the conditioning of water for alcoholic beverages was studied.

Physico-chemical characteristics of mixture of rock and obsidian, in particular mechanical strength, are 2—5% higher than the sample of quartz sand. This, in turn, will contribute to a longer period of use and less destruction.

The effect of purification of the initial water by a mixture of rock is by 8—12% higher than in quartz sand, by obsidian is by 10—15% higher, that confirms the effectiveness of the use of obsidian and mixture of rock crystal, morion and rauchtopas in the production of alcoholic beverages.

The prospects of using a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas in the production of beverages and expanding the range of the health products market is proved.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-29

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МЕХАНІЧНОМУ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ДЛЯ НАПОЇВ

С.І. Олійник, В.Л. Прибильський, І.О. Самченко, Л.А. Тарасюк

Національний університет харчових технологій

У статті показано актуальність застосування природних мінеральних матеріалів для механічного очищення води під час виробництва алкогольних напоїв. Досліджено фільтрувальні матеріали обсидіан та суміш гірського

кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 порівняно з кварцовим піском. Під час досліджень використовували органолептичні, фізико-хімічні, капілярнофоретичні і спектрометричні методи аналізу, теоретичне узагальнення і порівняння, системний підхід.

Проведено порівняльну оцінку фізико-хімічних характеристик фільтрувальних матеріалів. Вивчено ефективність застосування обсидіану та суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу під час кондиціювання води для алкогольних напоїв.

Фізико-хімічні характеристики суміші матеріалів та обсидіану, зокрема механічна міцність, на 2—5% є вищою, ніж зразок кварцового піску. Це, у свою чергу, сприятиме більш тривалому терміну використання та меншому руйнуванню.

Ефект очищення вихідної води сумішшю матеріалів на 8—12%, обсидіаном — на 10—15% вищий, ніж у кварцового піску, що підтверджує дієвість застосування обсидіану та суміші гірського кристалю, моріону й раухтопазу під час виробництва лікєро-горілочної продукції.

Доведено перспективність використання суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 у виробництві напоїв і розширення асортименту ринку продуктів оздоровчого напрямку.

Ключові слова: вода, мінерал, гірський кристаль, моріон, раухтопаз, обсидіан, фільтрування, ефективність.

Постановка проблеми. Наукові дослідження спрямовані на інтенсивний розвиток лікєро-горілочної галузі та потребують вирішення завдань, пов'язаних зі зменшенням макро- та мікродомішок у готовій лікєро-горілочній продукції. Від складу цих домішок залежить дегустаційна оцінка, стабільність фізико-хімічних показників і строк зберігання горілок, горілок особливих та лікєро-горілочних напоїв.

Найбільш поширеним і надійним способом водопідготовки є фільтрація — часткове або повне звільнення води від зважених речовин шляхом пропуску її через будь-який пористий матеріал, на поверхні і в порах якого затримуються частки і пластівці суспензії [1].

Відповідно до вимог ТР У 18.5084 «Виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок і лікєро-горілочних напоїв» одними з основних стадій підготування води є обов'язкове механічне фільтрування фільтрувальним матеріалом (далі — ФМ) кварцовим піском, гідроантрацитом, гарнетом для видалення сторонніх домішок до та після очищення крізь:

- гранульоване або подрібнене активне вугілля (далі — АВ) як найбільш універсальний сорбційний матеріал для видалення з води розчинених органічних речовин природного і неприродного походження;
- іоніту в натрієвій формі для пом'якшення води.

Освітлення води також проводять фільтруванням крізь керамічні, рукавні, картриджні фільтри, які встановлюють до пісочних фільтрів. Найбільш розповсюдженим фільтрувальним матеріалом у системах водопідготовки на

лікєро-горілочаних заводах є кварцовий пісок різних фракцій, що варіюються в межах 0,1—6,0 мм. Кварцовий пісок — однорідний, має високу міжзернову пористість, яка сприяє гряземісткості, що є важливим під час очищення води. Часто в складі кварцового піску спостерігається вміст різних домішок у вигляді глинистих карбонатів, оксидів заліза, польового шпату та інших гірських порід. Тому фільтрувальні матеріали, які застосовуються на сьогодні у лікєро-горілочаному виробництві в установках фільтрування води потребують довготривалого підготування, витрат соляної кислоти та питної води, а також можуть призводити до збільшення твердості, вмісту карбонатів, фосфатів і силікатів у воді підготовленій, що негативно впливає на якість готової продукції. Крім цього, інші зернисті матеріали мають більш високу технологічну ефективність [1—5].

Під час вибору фільтрувального завантаження віддають перевагу матеріалам з розвиненою питомою поверхнею зерен і високою міжзерною пористістю для забезпечення збільшення гряземісткості завантаження і, як наслідок, можливості підвищення швидкості фільтрації або збільшення тривалості фільтрувального циклу [6—8].

Проведений аналіз показав, що у кондиціюванні води для виробництва лікєро-горілочаної продукції доцільно використовувати фільтрувальні матеріали з високою механічною міцністю та гряземісткістю, які б давали змогу комплексно вилучати механічні домішки, підвищуючи ефективність фільтрування.

Метою дослідження є удосконалення способу фільтрування води, що сприятиме інтенсифікації технологічного процесу, зменшенню кількості стічних вод і витрат реагентів, підвищенню якості лікєро-горілочаної продукції, є актуальним та має важливе значення для промислового виробництва горілок, горілок особливих і лікєро-горілочаних напоїв.

Матеріали і методи. Як об'єкти досліджень використовували: суміш гірського кришталю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 (далі — суміш матеріалів, СМ), обсидіан і кварцовий пісок (контроль).

Гірський криштал — природний мінерал, безбарвний, прозорий різновид кварцу, одна з кристалічних модифікацій кремнезему (SiO_2). За формою кристали призматичні, тригонально-трапецієподібні, з твердістю за Моосом — 7,0.

Раухтопаз — різновид кварцу, забарвлений від ледь помітного димчастого до бурого кольору, зі скляним блиском. Кристали раухтопазу прозорі, які просвічуються, твердість за Моосом становить 7,0.

Моріон — чорний або темно-бурий кварц зі скляним блиском, різновид раухтопазу, з твердістю за Моосом — 7,0.

Обсидіан — природний матеріал вулканічного походження, масивна гірська порода, що характеризується раковистим, ріжучим зламом, іноді смугастим або плямистим забарвленням. Розрізняють обсидіан нормального, сублужного і лужного рядів. Obsидіан утворюється при швидкому застиганні в'язкої кислотої магми на поверхні лави або в субвулканічних умовах. Фізичні властивості залежать від вмісту води і від ступеня розкристалізованості породи. Твердість обсидіану за Моосом становить 5,0—6,0.

Кварцовий пісок — зернистий матеріал мінерального походження, який має колір зерен від жовтого до червоно-бурого та чорного. Структура кристалічна з поверхнею від шорсткої до гладкої. Форма часток є сферичною або кутоподібною. Зерна округлої форми сприяють зменшенню пор і швидкому утворенню фільтрувальної плівки. Чистий кварцовий пісок має молочний колір і мінімум інертних домішок: до 99% складу становить кремнезем. Твердість за Моосом — 7.

У дослідженні застосовувалися експериментальні загальноприйняті методи аналізу: моделювання, математико-статистичні (планування та оброблення результатів експерименту).

Для вирішення поставлених завдань застосовано загальноприйняті та спеціальні методи аналізу: органолептичні, фізико-хімічні, спектрофотометричні, капілярно-електрофоретичні методи контролю якості води питної і підготовленої. Результати досліджень систематизували і на основі сучасного програмного забезпечення обробляли математичними і статистичними методами.

Викладення основних результатів дослідження. Під час механічного фільтрування обов'язково звертають увагу на хімічну стійкість фільтрувального матеріалу, яку було досліджено для зразків обсидіану з розміром зерен 0,5—1,0 мм та суміші мінералів. Хімічну стійкість встановлено після витримки протягом доби досліджуваного матеріалу в кислотному, лужному розчинах і дистильованій воді в статичних умовах (табл. 1).

Таблиця 1. Хімічна стійкість обсидіану і СМ ($n = 3$; $P \geq 0,95$)

Збільшення значення показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Назва та концентрація розчину					
		соляна кислота, 5%		гідроксид натрію, 10%		дистильована вода	
		обсидіан	СМ	обсидіан	СМ	обсидіан	СМ
Перманганатна окиснюваність, мг O_2 /дм ³	4,0	1,8	1,8	0,7	0,7	0,1	0,2
Масова концентрація кальцію, мг/дм ³	1,0	2,0	2,0	1,2	1,2	0,3	0,3
Масова концентрація алюмінію, мг/дм ³	0,1	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Масова концентрація заліза	0,2	0,12	0,12	0,05	0,05	0,02	0,02
Масова концентрація силікатів, мг/дм ³	5,0	2,0	2,0	1,2	1,2	0,3	0,3
Масова концентрація фосфатів, мг/дм ³	0,1	0,12	0,12	0,05	0,05	0,02	0,02
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	4,0	4,5	2,5	3,0	1,0	1,5

Встановлено, що досліджувані СМ та обсидіан є хімічно стійкими до розчинів кислот і лугів, що сприяє більшому терміну їх експлуатації, зменшенню витрат на стадіях підготування та промивання (рис. 1, 2).

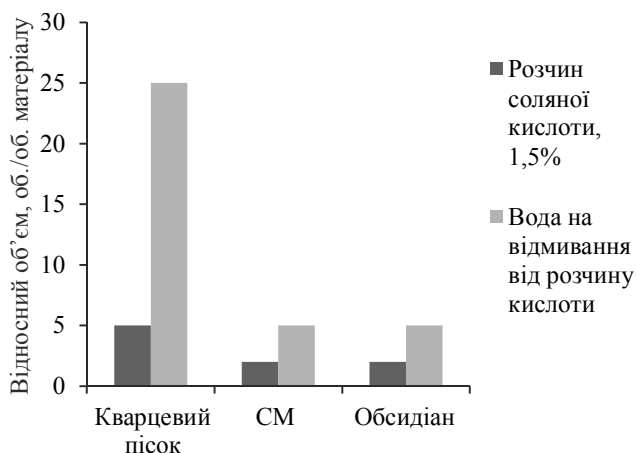


Рис. 1. Оптимальні технологічні параметри підготовки ФМ

Встановлено, що під час підготовки до роботи порівняно з контрольним зразком зменшуються витрати розчину соляної кислоти у 1,2—2 рази та кількість води на відмивання до 5 разів.

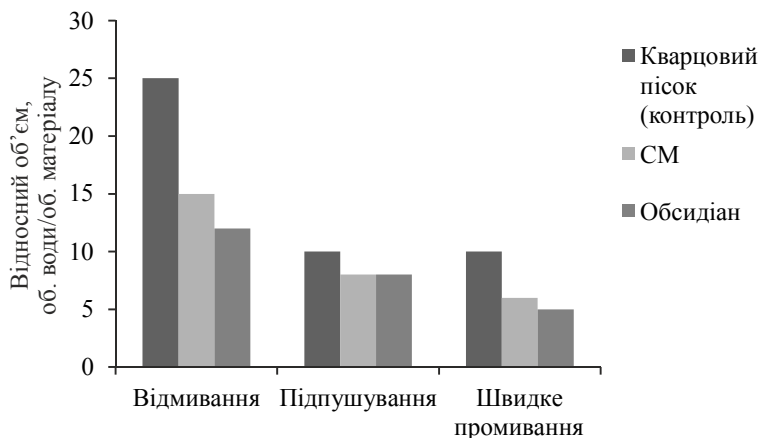


Рис. 2. Оптимальні технологічні параметри підготовки ФМ

Встановлено, що порівняно з контрольним зразком кварцового піску досліджувані матеріали потребують меншу кількість води на стадії: відмивання — у 2,5—3 рази, під час регенерації на стадіях підпушування та швидкого промивання — у 1,2—1,5 раза.

Міжзернова пористість шару фільтрувального матеріалу залежить від крупності й однорідності фракцій матеріалу, а також форми його зерен. Важливим параметром, що характеризує фільтрувальний матеріал, є коефіцієнт форми. Особливість досліджуваних обсидіану та суміші мінералів є те, що форма їх зерен наближається до кулястої форми і коефіцієнт є дещо більшим 1. Це впливає на тривалість фільтрувального циклу, який закінчується, коли спостерігається проскок (винесення) затриманих забруднень

внаслідок їх надмірної кількості і виносу з периферійних шарів фільтруючого матеріалу.

Міжзернова пористість матеріалу впливає також на ефективність процесу фільтрування, яка залежить від властивостей фільтрувального завантаження, концентрації забруднень у вихідній воді та режиму фільтрування.

Міжзернова пористість фільтрувальних матеріалів — відношення сумарного об'єму міжзернових пор до загального об'єму фільтруючого матеріалу, знаходиться в межах від 0,38 до 0,75. Встановлено міжзернову пористість досліджуваних матеріалів порівняно з контрольним зразком кварцового піску (рис. 3).

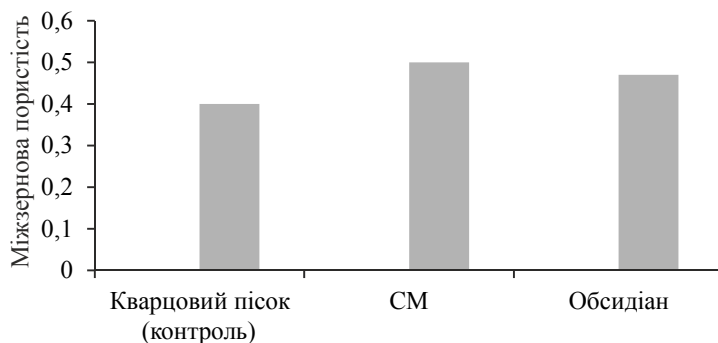


Рис. 3. Міжзернова пористість фільтрувальних матеріалів

Більша міжзернова пористість суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 у 1,25 раза та обсидіану в 1,2 раза позитивно впливає на тривалість фільтрувального циклу та дає змогу збільшити його на 150—200 об./об. ФМ (рис. 4).

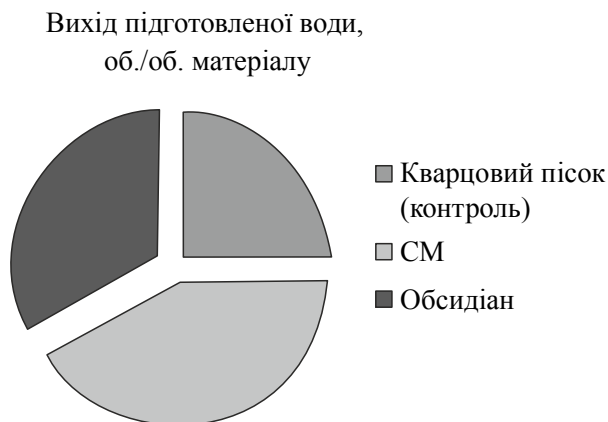


Рис. 4. Вихід підготовленої води від фільтрувального матеріалу

У табл. 2 та рис. 5 наведено органолептичні та фізико-хімічні показники води до і після фільтрування досліджуваними ФМ.

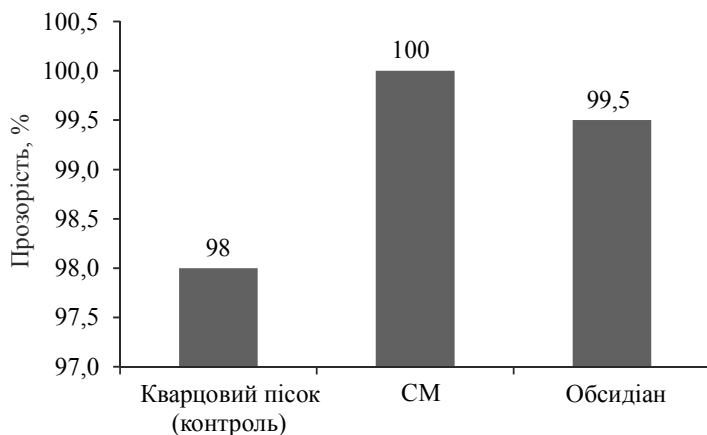


Рис. 5. Залежність прозорості води від ФМ

Таблиця 2. Органолептичні та фізико-хімічні показники води до і після фільтрування досліджуваними ФМ ($n = 3; P \geq 0,95$)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237:2005 []	Вода вихідна пом'якшена	Значення показника під час фільтрування води через		
			кварцовий пісок (контроль)	СМ	Обсидіан
Смак, бали	0	1	1	0	0
Запах, бали	0	0	0	0	0
Забарвленість, градус	не більше 2	5	2	0	0
Окиснюваність перманганатна, мг $O_2/дм^3$	не більше 2,0	2,5	2,2	2,0	2,0
Масова концентрація, мг/дм ³ :					
кальцію	не більше 1,0	0,7	1,0	0,7	0,7
магнію	не більше 1,0	0,5	0,7	0,5	0,5
заліза	не більше 0,05	0,1	0,07	0,05	0,04
марганцю	не більше 0,05	0,07	0,05	0,03	0,04
силікатів	не більше 5,0	2,5	3,8	2,5	2,5

За результатами досліджень встановлено, що у разі фільтрування води крізь СМ та обсидіан порівняно з кварцовим піском (контрольний зразок):

- забезпечуються кондиціонування води за органолептичними показниками, при цьому значення забарвленості та мутності зменшувались на 100%;
- не збільшується вміст силікатів, кальцію та магнію у фільтраті;
- вміст заліза та марганцю зменшується у 2 рази;
- перманганатна окиснюваність зменшується на 20%.

Одержані дані експериментальних досліджень свідчать, що у воді, підготовленій за допомогою досліджуваних ФМ, спостерігається підвищення прозорості на 1—2%, що повинно позитивно позначитися на стійкості готової продукції. Оброблена вода набувала чистого джерельного смаку без будь-яких неприємних запахів, чиста, прозора на вигляд.

Ефективність очищення води досліджуваними фільтрувальними матеріалами визначали спектрофотометричним методом, заснованим на властивості органічних домішок, які наявні у вихідній воді, поглинати світло в ультрафіолетовій області спектра. Різниця між оптичною густиною води до і після обробки її ФМ характеризує їх фільтрувальну здатність, яку виражають як ефект очистки у відсотках від вихідної величини оптичної густини (рис. 6).

Встановлено, що ефект очищення вихідної води альмандином на 9%, обсидіаном на 19% є вищим, ніж у кварцового піску.

За зменшенням прозорості (концентрації) на виході фільтрувальної колонки в фільтраті визначали захисну дію кожного фільтрувального завантаження, тобто граничний час роботи завантаження та ефект освітлення (рис. 6).

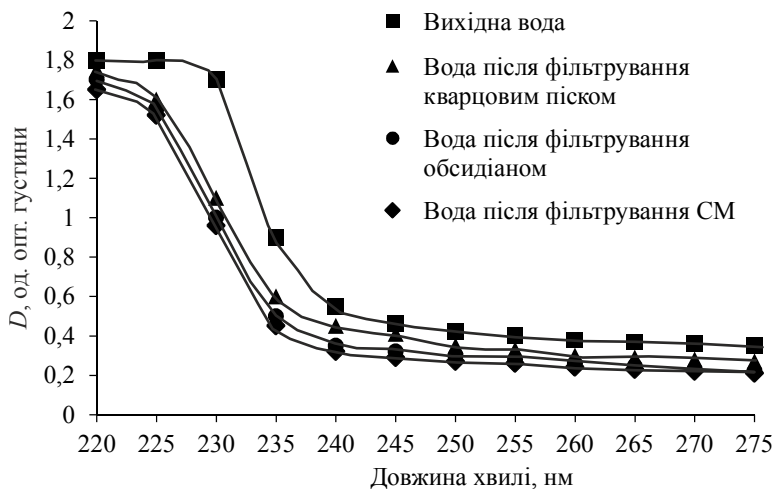


Рис. 6. УФ-спектри поглинання води до та після її фільтрування природними матеріалами

Встановлено перспективність застосування досліджуваної суміші природних нетрадиційних матеріалів та обсидіану у водопідготовці для виробництва лікєро-горілочної продукції, що дає змогу одночасно зменшити вміст органічних сполук, марганцю і заліза та покращити органолептичні показники води і готової продукції.

Висновки

На основі теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано та встановлено, що під час водопідготовки досліджувальні фільтрувальні матеріали дають можливість:

1. Частково зменшити вміст органічних сполук, марганцю і заліза та покращити органолептичні показники води підготовленої.
2. Зменшити витрати води на підготовку і регенерацію порівняно з кварцовим піском.
3. Не збільшувати вміст силікатів, кальцію та магнію у фільтраті; вміст заліза та марганцю зменшується у 2 рази; перманганатна окиснюваність зменшується на 20%.

4. Эффект очищення вихідної води сумішшю матеріалів на 9%, обсидіаном на 19% є вищим, ніж у кварцового піску.

Аналіз і узагальнення результатів наукових досліджень, проведених для лікєро-горілочної галузі, дасть змоги визначити перспективи та способи використання суміші мінералів та обсидіану як нетрадиційних фільтрувальних матеріалів природного походження.

Література

1. *Рябчиков Б.Е.* Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования: / Борис Евгеньевич Рябчиков. — Москва : Де Ли принт, 2004. — 301 с. — ISBN -5-94343-066-0.

2. Проголітичні властивості природних та модифікованих сорбентів / Т.Л. Ракитская, А. Труба, Т. Киосе, Л. Березина, А. Давтян // Вісник ОНУ. — 2012. — Том 17, випуск 2(42): Хімія. — С. 12—17.

3. *Тагибаев Д.Д.* Фильтровальные характеристики зернистых фильтрующих материалов // Международный научный журнал «Инновационная наука». — 2017. — № 1—2 — С. 90—91.

4. *Тагибаев Д.Д.* Осветление воды фильтрованием // Международный научный журнал «Инновационная наука». — 2017. — № 1—2. — С. 92—95.

5. Исследование свойств фильтрующих загрузок для очистки воды от железа [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/2185>.

6. *Заграй Я.М.* Використання природних мінералів (шунгіту) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості // Екологічна безпека та природокористування. — 2014. — № 15. — С. 124—129.

7. *Кузнецов Л.К.* Технология фильтрования в физико-химических процессах водоподготовки // Башкирский химический журнал. — 2009. — Том 16. — № 2. — С. 84—92.

8. *Wojciechowska K.* Porównanie wyników symulacji procesu filtracji wody w filtrze pospiesznym dla stałej i zmiennej prędkości filtrowania Inżynieria i Ochrona Środowiska. — 2006. — Т. 9, # 4. — Р. 421—434.

9. Removal of lower-molecular-weight substances from water and wastewater: challenges and solutions / V. Jegatheesan, J. Virkutyte, L. Shu, J. Allen, Y. Wang, E. Searston, Z.P. Xu, J. Naylor, S. Pinchon, C. Teil, D. Navaratna, H.K. Shot. — WastewaterTreatment: Advanced Processes and Technologies. — 2012/1/1. — P. 275—318.

THE REALITIES OF THE PRESENT AND FUTURE PROSPECTS OF DRINKING AND TECHNOLOGICAL WATER

A. Dolinsky, O. Obodovych, V. Sydorenko

*Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy
of Sciences of Ukraine*

N. Husiatynska

National University of Food Technologies

Key words:

*Artesian water
Water treatment
Aerator-oxidizer
Frequency of pulsations
Shear rate of flow*

Article history:

Received 14.03.2018
Received in revised form
26.03.2018
Accepted 10.04.2018

Corresponding author:

N. Husiatynska
E-mail:
npuht@ukr.net

ABSTRACT

The article analyzes the environmental problems of Ukraine related to the pollution of the Dnipro River as the main source of drinking and technological water supply. The necessity of using artesian waters for drinking water supply is substantiated. The basic problems of quality due to the presence of pollutants in the artesian water are determined. The analysis of modern aeration methods of iron removal from water was carried out. The description and principle of the operation of new technological equipment for the intensification of the purification of artesian water from iron compounds is presented. The efficiency of iron removal from artesian water by discrete-pulse energy input in the aeration water treatment is determined.

The results of experimental studies of iron removal from artesian water during various treatment regimes and design features of an aerator-oxidizer are given. The energy and technological parameters of the proposed method of artesian water treatment are given in comparison with the corresponding indicators of other methods of iron removal. The rational parameters of the process taking into account the energy and technological characteristics of the proposed method are established. It is determined that the proposed method of artesian water treatment contributes to the solution of environmental problems at the expense of energy-saving heat and mass exchange equipment for the preparation of drinking and technological water.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-30

РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МАЙБУТНЬОГО ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ

А.А. Долінський, О.М. Ободович, В.В. Сидоренко

Інститут технічної теплофізики НАН України

Н.А. Гусятинська

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано екологічні проблеми України, пов'язані із забрудненням р. Дніпр як основного джерела питного й технологічного

водопостачання. Обґрунтовано необхідність використання артезіанських вод для питного водопостачання. Визначено основні проблеми якості, зумовлені наявністю забруднюючих речовин у складі артезіанської води. Проведено аналіз сучасних аераційних методів знезалізнення води. Представлено опис і принцип дії нового технологічного обладнання для інтенсифікації очищення артезіанської води від сполук заліза. Визначено ефективність знезалізнення артезіанської води шляхом дискретно-імпульсного введення енергії в процесі аераційної обробки води.

Наведено результати експериментальних досліджень знезалізнення артезіанської води за різних режимів обробки та конструктивних особливостей аератора-окиснювача, енергетичні й технологічні показники запропонованого способу очищення артезіанської води порівняно з відповідними показниками інших способів знезалізнення. Встановлено раціональні параметри процесу з урахуванням енергетичних і технологічних характеристик запропонованого способу. Визначено, що запропонований спосіб очищення артезіанської води сприяє вирішенню екологічних проблем за рахунок енергозберігаючого тепломасообмінного обладнання для підготовки питної та технологічної води.

Ключові слова: артезіанська вода, водоочищення, аератор-окиснювач, частота пульсацій, швидкість зсуву потоку.

Постановка проблеми. Вода — це природне надбання людства, необхідна умова його життєдіяльності. Забезпечення населення якісною питною водою сприяє поліпшенню і збереженню здоров'я населення, посиленню безпеки нації в цілому. За прогнозами ООН, до середини третього десятиліття XXI ст. більше 4 млрд людей відчуватимуть нестачу води питної якості, що пов'язано як зі змінами клімату, так і з діяльністю людини. На сьогодні близько 90% поверхневих і 30% підземних вод, що забираються для потреб водопостачання, підлягають додатковому очищенню [1].

За даними ЮНЕСКО, серед 122 країн світу Україна посідає 95 місце за рівнем раціонального використання водних ресурсів та якості води [2]. Екологічний стан поверхневих водних об'єктів і якість води в них є основними чинниками санітарного та епідемічного благополуччя населення. Досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища є пріоритетом сталого розвитку України, що вимагає забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних вимог до якості поверхневих вод і нормативних вимог до джерел централізованого питного водопостачання. Серед національних пріоритетів в Україні визнана програма «Якісна вода» [3], спрямована на забезпечення населення України якісною питною водою. Стратегічною метою цієї програми є досягнення європейських показників у дотриманні одного з основних прав людини — права на якісну питну воду. Одночасно мають бути виконані завдання з оптимізації водопостачання всіх галузей промисловості, де технологічні процеси потребують використання води лише питного призначення.

Тому сьогодні актуальним є впровадження енергоощадного тепломасообмінного обладнання для підготовки питної й технологічної води з метою

більш ефективного вирішення екологічних проблем і проблем охорони навколишнього середовища.

Головним джерелом питного й технологічного водопостачання є поверхневі та підземні води. Для України основним поверхневим джерелом питної й технологічної води є річка Дніпро. Проте останні 20 років через незадовільну екологічну ситуацію та високий рівень забруднення вода р. Дніпро стає малоприсадною для питного водопостачання.

Майже всі поверхневі джерела водопостачання України за рівнем забруднення наближаються до 3-го класу якості (розбавлені стічні води), а за міжнародною класифікацією — до 4-го класу (стічні води) [4].

У р. Дніпро щороку близько 10 тис. підприємств скидають понад 10 км³ стічних вод, з яких 15% — це скидні води без очищення. Внаслідок техногенних чинників вода забруднена отруйними хімічними речовинами: сполуками важких і радіоактивних металів, особливо після Чорнобильської катастрофи, пестицидами. Через наявність великих водоймищ швидкість течії р. Дніпро зменшилась, що спричинює постійне «цвітіння» води внаслідок розмноження синьо-зелених водоростей, які виділяють токсичні речовини. Забруднення води в басейні р. Дніпро призвело до порушення природних процесів самоочищення водних об'єктів, що значно ускладнило проблему одержання якісної питної води на водогінних станціях, зокрема середньорічна концентрація забруднюючих речовин у Каховському водосховищі досягла: фенолів (канцерогени) — 1...2 ГДК, сполук міді — 6...11 ГДК, цинку — 7...12 ГДК. У той же час, як показали дослідження, стан водопровідних очисних споруд нині такий, що більшість хімічних сполук з води практично не усуваються, особливо коли їх вміст перевищує гранично допустимі концентрації. Проблема загострюється ще й тому, що існуючі технології питної води передбачають широке застосування хлору, зокрема для знешкодження продуктів розпаду фітопланктону, внаслідок чого в питній воді утворюється велика кількість токсичних канцерогенних сполук, що мають кумулятивну дію. Неякісна вода є однією з причин того, що в останні роки в Україні спостерігається зростання рівня таких захворювань, як виразкова хвороба шлунка, жовчнокам'яна хвороба, хвороби органів дихання тощо [5].

Отже, через недбале ставлення до цієї водної артерії державного значення, велику кількість стічних вод низького рівня очистки, які скидають підприємства промислового й аграрного комплексів, р. Дніпро перебуває на грані екологічної катастрофи.

На думку директора Інституту колоїдної хімії і хімії води ім. А.В. Думанського НАН України академіка НАН України В.В. Гончарука, найбільш надійно захищеним від антропогенного впливу джерелом питного водопостачання є артезіанські підземні води. Підземні води менш схильні до сезонних коливань, краще захищені від небезпеки забруднення і зараження, більш рівномірно поширені на території, на відміну від поверхневих вод. Підземні води — складні багатоконпонентні системи, що включають цілий комплекс неорганічних і органічних речовин, газів, мікрофлори. Від умов їх формування залежить концентрація мінеральних солей у цих водах.

Однак, незважаючи на те, що підземні води, на відміну від поверхневих, характеризуються загалом вищою якістю, вони можуть також не відповідати нормативним вимогам за вмістом окремих елементів. Тому для застосування таких вод для питних цілей необхідно здійснювати попереднє очищення.

На території України найбільшими артезіанськими басейнами є Волинсько-Подільській, Дніпровсько-Донецький, Причорноморський. Глибина залягання артезіанських вод в Україні зростає з півночі (100—200 м) на південь (500—600 м). Артезіанська вода знаходиться на глибинних шарах землі і зазвичай виходить на поверхню під тиском. Її запаси зосереджені в межах западин, флексур або інших геологічних структурах, що утворюють таким чином артезіанські басейни.

Артезіанські води утворилися в дуже давні часи внаслідок геологічного руху земної кори. Вони не мають нічого спільного з ґрунтовими водами, крім того, що залягають у товщі землі. Проте артезіанські води мають певні переваги над поверхневими і ґрунтовими водами, оскільки розміщені між двома водонепроникними шарами, а тому захищені від потрапляння в них органічних забруднень. На склад артезіанських вод не впливають хімічні добрива та стічні води підприємств. Ці води не беруть участі в обміні з поверхнею Землі.

Якість артезіанської води залежить від складу пластів земної кори і часу її залягання між ними. Серед недоліків цього типу вод слід відзначити те, що контакт з підземними мінералами збагачує їх різними солями, мікро- та макроелементами в концентраціях, що перевищують гранично допустимі (ГДК). Найчастіше в артезіанській воді міститься велика кількість заліза, марганцю, сірководню, вуглекислого газу, фтору. Для очищення від цих сполук зазвичай використовують аераційно-окисні методи з подальшою фільтрацією.

Мета статті: дослідження ефективності знезалізнення артезіанської води шляхом дискретно-імпульсного введення енергії в процесі аераційної обробки води та встановлення найбільш раціональних параметрів з урахуванням енергетичних і технологічних характеристик запропонованого способу.

Матеріали і методи. До основних аераційних методів знезалізнення води належать такі:

- «спрощена аерація» з подальшим фільтруванням крізь зернистий наповнювач;
- «глибока аерація» з подальшим фільтруванням;
- метод «Віредокс».

Метод спрощеної аерації ґрунтується на здатності води, що містить залізо (II) і розчинений кисень, при фільтруванні крізь зернистий шар (пісок, антрацит, керамічну крихту) виділяти залізо на поверхні зерен, утворюючи каталітичну плівку з гідроксидів дво- і тривалентного заліза. Ця плівка активно інтенсифікує процеси окиснення і виділення заліза з води [6].

Для збагачення води киснем застосовують різні способи, наприклад вилив води з висоти 0,5 м в карман фільтра зі швидкістю 2,5—3 м/с. За стехіометричним співвідношенням на окиснення 1 мг заліза (II) витрачається 0,143 мг кисню. В установках знезалізнення для забезпечення досить високої швидкості хімічної реакції, відповідно до оптимальних параметрів фільтрувально-

го завантаження, вміст кисню, розчиненого у воді, має становити 0,5—0,9 мг на 1 мг заліза (II). У багатьох випадках для збагачення води повітрям раціональним виявляється застосування водоповітряного ежектора. Тиск (напір) на манометрі до ежектора — 320 кПа (3,2 атм), після ежектора — 80 кПа (0,8 атм). Продуктивність ежектора за повітрям — 7,2 м³/год. Витрати води 27 м³/год. Зі зростанням опору у фільтрувальному завантаженні і збільшенням протитиску після ежектора його продуктивність знижується [7].

При окисненні заліза (II) киснем у природній воді відбуваються такі фізико-хімічні процеси:

- 1) перенесення кисню крізь приграничний газовий дифузний шар до межі фаз вода-повітря;
- 2) перенесення кисню крізь примежовий шар води від межі фаз вода-повітря;
- 3) дифузія кисню в об'ємі води;
- 4) гомогенна реакція окиснення;
- 5) гідроліз солей тривалентного заліза.

Тож знезалізнення води є процесом масообміну, ускладненим хімічними реакціями. Швидкість хімічного перетворення визначається швидкістю транспорту речовини і теплоти до зони реакції і швидкістю реакції. Процеси масо- і теплообміну, які супроводжуються хімічною реакцією, можуть відбуватися в дифузійній, кінетичній або перехідній областях. У дифузійній області процес лімітується швидкістю транспорту теплоти і речовини в зоні реакції і реалізується за великих швидкостей хімічної реакції. Навпаки, процес, що відбувається в кінетичній області, лімітується швидкістю хімічної реакції і реалізується за великих швидкостей транспорту теплоти і речовини до зони реакції.

Результати і обговорення. Процес знезалізнення води залежить від швидкості реакції окиснення заліза (II) киснем повітря у водному розчині. Процес окиснення заліза (II) киснем повітря, у свою чергу, залежить від швидкості масопереносу (розчинення і доставки кисню) в дифузійній області. Інтенсифікація процесів масо- і теплопереносу досягається у разі дискретно-імпульсного введення енергії [8].

Для реалізації вищезазначеного методу в процесах очищення води в Інституті технічної теплофізики НАН України розроблено аераційно-окиснювальну установку роторного типу (АОРТ) (рис. 1) [9].

Очищення води за розробленою схемою здійснюється таким чином: артезіанська вода надходить у збірник-накопичувач (1), звідки потрапляє в аератор-окиснювач (2) у вигляді водно-повітряної суміші. В аераторі-окиснювачі відбувається насичення води киснем, а також частково перебіг реакцій окиснення Fe^{2+} до Fe^{3+} і гідролізу до $Fe(OH)_3$. Після цього водно-повітряна суміш прямує до фільтраційно-окиснювальної колони (3), яка може бути заповнена піском або вугіллям різних фракцій. У колоні відбуваються процеси остаточного окиснення, гідролізу й очищення води від $Fe(OH)_3$, що випав в осад. Після колони, очищена від заліза вода проходить крізь розпилювальний пристрій для видалення діоксиду вуглецю. Знезалізнена вода з нижньої частини збірника-накопичувача (1) через двоходовий кран (9) надходить до збірника очищеної води.



Рис. 1. Аераційно-окиснювальна установка роторного типу (АОРТ):
 1 — збірник-накопичувач; 2 — аератор-окиснювач; 3 — фільтраційно-окиснювальна колона; 4 — розпилювальний пристрій; 5 — лічильник води; 6 — манометр; 7 — вакуумметр; 8 — кран подачі повітря; 9 — двоходовий кран

Слід зазначити, що знезалізнення води в установці відбувається в прямо-тоці як за один цикл обробки, так і в режимі рециркуляції для збільшення ступеня очищення води.

Установку АОРТ було використано на Червонослобідському спиртовому заводі концерну «Укрспирт». Для технологічних цілей на підприємстві використовують воду з артезіанських свердловин глибиною 200—250 м. За своїми фізико-хімічними показниками ця вода не відповідає вимогам ДСТУ на питну воду. Так, вміст заліза у досліджуваній воді досягав 3,5 мг/л, тоді як ГДК становить 0,3 мг/л.

Під час проведення експерименту було досліджено вплив конструктивних особливостей роторно-пульсаційного вузла (РПВ) на ефективність знезалізнення води. Одним із показників, які впливають на характер гідродинамічних процесів в аераторі-окиснювачі, є кутова швидкість обертання ротора. В експерименті кутову швидкість ротора варіювали в межах 35...55 об/с. Початкова концентрація іонів заліза в об'єкті дослідження становила 3,5 мг/л. Графік залежності концентрації іонів заліза у воді від кількості циклів обробки за різних швидкостей обертання ротора наведено на рис. 2.

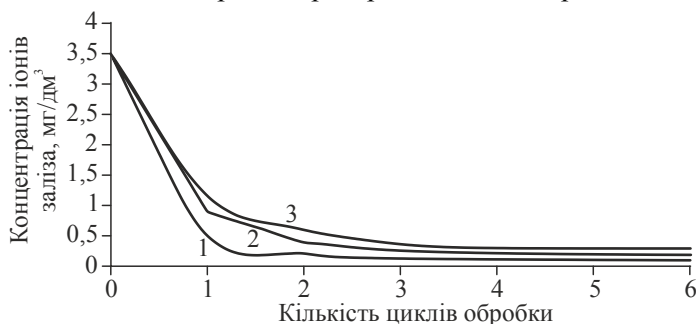


Рис. 2. Залежність зміни концентрації іонів заліза у воді від кількості циклів обробки за швидкостей обертання ротора: 1 — 55; 2 — 45; 3 — 35 об/с

Результати досліджень показали, що обробка води в аераторі-окиснювачі дає змогу ефективно зменшувати концентрацію іонів заліза у воді. Так, за кутової швидкості обертання ротора 55 об/с концентрація іонів заліза за один цикл обробки знижується з 3,5 до 0,25 мг/л. Зі зменшенням кутової швидкості до 45 та 35 об/с для досягнення бажаного результату ($\leq 0,3$ мг/л) необхідно збільшувати кількість циклів обробки.

Ротор в аераторі-окиснювачі має вигляд циліндра з поперечними щілинними отворами розміром 20,0×30,0 мм. Їх кількість становить 60. Статор аналогічно ротору має таку саму кількість отворів. Зазор між статором і ротором — 350 мкм. З огляду на конструктивні особливості статора і ротора воду в установці можна обробляти з різною частотою пульсацій, яка визначається добутком кутової швидкості обертання ротора на кількість отворів у роторі. На наступному етапі досліджень було встановлено залежність концентрації заліза від кількості циклів обробки з різною частотою пульсацій (табл. 1). Початкова концентрація іонів заліза у воді так само становила 3,5 мг/л.

Таблиця 1. Залежність концентрації заліза від кількості циклів обробки за різної частоти пульсацій

Кількість циклів обробки	Концентрація іонів Fe, мг/л за частоти пульсацій		
	2,0 кГц	2,5 кГц	3,0 кГц
1	1,50	1,00	0,20
2	1,00	0,30	0,10
3	0,70	0,25	0,10
4	0,50	0,20	0,09

Аналізуючи дані табл. 1, можна зробити висновок, що зміна частоти пульсацій потоку впливає на залишковий вміст іонів заліза в обробленій воді. Так, у разі обробки води з частотою пульсацій 3 кГц концентрація іонів Fe за один цикл зменшується від 3,5 до 0,2 мг/л. Зі зниженням частоти пульсацій до 2,5 кГц значення ГДК (0,3 мг/л) можна досягти за 2 цикли обробки. За подальшого зменшення частоти пульсацій до 2,0 кГц бажаний результат знезалізнення не досягається.

Ще одним критерієм оцінювання інтенсивності обробки води в аераторі-окиснювачі є швидкість зсуву потоку. Цей показник поєднує дві величини: швидкість руху потоку в радіальному напрямку та величину зазору між статором і ротором. Динаміку зміни концентрації іонів заліза у воді залежно від кількості циклів обробки за різної швидкості зсуву потоку наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Залежність концентрації заліза від кількості циклів обробки за різної швидкості зсуву потоку

Кількість циклів обробки	Концентрація іонів Fe, мг/л за швидкості зсуву потоку		
	$30 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$	$40 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$	$50 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$
1	1,70	0,80	0,25
2	1,10	0,30	0,10
3	0,70	0,25	0,08
4	0,25	0,15	0,08

Дані, наведені в табл. 2, свідчать, що зі збільшенням швидкості зсуву потоку від 30 до $50 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ ефективність знезалізнення води збільшується в 4 рази. Так, за швидкості зсуву потоку $30 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ для знезалізнення води від $3,5$ до $0,25$ мг/л необхідно 4 цикли обробки, а за швидкості зсуву потоку $50 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ — один.

Доведено, що, керуючи гідродинамічними параметрами та змінюючи конструкційні особливості РПВ аератора-окиснювача, можна регулювати динаміку і якість очищення артезіанських вод від сполук заліза.

У табл. 3 наведено результати експериментів з очищення артезіанської води від заліза, марганцю, сірководню, вуглекислого газу. Воду брали зі свердловини глибиною 250 м, що знаходиться в Київській області. Очистку проводили на установці АОРТ в один цикл за швидкості обертання РПВ 55 об/с і частоті пульсацій 3 кГц. Необхідно зазначити, що за цих режимів обробки вміст вказаних сполук після очистки не перевищує ГДК, встановлені як в Україні, так і в країнах ЄС.

Таблиця 3. Показники якості артезіанської води до і після очищення

Показники якості води	До очистки	Після очистки	ГДК* (Україна)	ГДК** (ЄС)
Fe, мг/л	5,2	0,17	0,3	0,2
Mn, мг/л	0,37	0,05	0,1	0,05
H ₂ S, мг/л	0,2	0,001	0,003	0,001
CO ₂ , мг/л	56,7	3,5	4,0	3,5
pH	6,0	7,2	6,5—8,5	6,5—8,5

* Відповідно до ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та контролювання якості».

** Відповідно до Директиви Ради 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною».

Для оцінки ефективності роботи установки було визначено її енергетичні показники і проведено їх порівняльний аналіз. Найбільш близьким до запропонованої установки технічним рішенням є хвильовий гідродинамічний пристрій [10]. Для порівняння також обрано обладнання технології хімічного окиснення. Порівняльні показники роботи наведених пристроїв наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Енергетичні показники роботи аераційно-окиснювальних пристроїв

Пристрої	Питомі енерговитрати, кВт год/м ³
Аераційно-окислювальні:	
- хвильовий гідродинамічний пристрій	4,50
- АОРТ	0,30
Хімічне окиснення	5,54

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що застосування АОРТ для очищення води порівняно з вищезгаданими пристроями дає змогу знизити енерговитрати в $15 \dots 20$ разів. Такий технологічний та енергетичний ефект очищення води в аераційно-окиснювальній установці роторного типу зумовлюється застосуванням методу дискретно-імпульсного введення енергії. Механізм дії установки АОРТ полягає в тому, що водоповітряна суміш, проходячи крізь щільні отвори та зазори РПВ аератора-окиснювача, під-

дається дії ударних хвиль, міжфазної турбулентності, мікрокавітації, кумулятивних струменів, вихорів, які спричинюють на міжфазних поверхнях нестійкості Релея-Тейлора або Кельвіна-Гельмгольца, що приводить до інтенсивного дроблення бульбашок повітря, значного збільшення сумарної поверхні контакту фаз та інтенсифікації процесів масо- і теплопереносу. Подібних ефектів, зазвичай, не вдається досягти при використанні традиційних методів обробки дисперсних середовищ навіть у разі значно більшого рівня питомих енерговитрат.

Висновки

1. Проведені дослідження підтвердили високу ефективність застосування методу дискретно-імпульсного введення енергії в процесі аераційної обробки води, що дає змогу інтенсифікувати процес її очищення від іонів заліза та маргану в промислових умовах.

2. Застосування нового тепломасообмінного обладнання у вигляді аераційно-окиснювальної установки роторного типу дає можливість інтенсифікувати процес підготовки питної і технологічної води та в кілька разів знизити енерговитрати.

Література

1. Крушенко Г.Г. Проблема воды / Г.Г. Крушенко, Д.Р. Сабирова, С.А. Петров, Ю.А. Талдыкин // Вода и экология. Проблемы и решения. — 2000. — № 3. — С. 2—8.
2. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21.12.2010 № 2818-VI [Електронний документ]. — Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
3. Указ Президента України «Про заходи щодо визначення і реалізації проєктів із пріоритетних напрямів соціально-економічного та культурного розвитку» № 895/2010 від 8 вересня 2010 року [Електронний документ]. — Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1256-2010-%D0%BF>.
4. Гончарук В.В. Наука о воде / В.В. Гончарук. — Київ : Наукова думка, 2010. — 512 с.
5. Мягченко О.П. Основы экологии. Підручник / О.П. Мягченко. — Київ : Центр учбової літератури, 2010. — 312 с.
6. Драгинский В.Л. Очистка подземных вод от соединений железа, марганца и органических загрязнений / В.Л. Драгинский // Водоснабжение и сантехника. — 1997. — № 12. — С. 1—6.
7. Золотова Е.Ф. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода / Е.Ф. Золотова, Г.Ю. Асс. — Москва : Стройиздат, 1975. — 176 с.
8. Микро- и наноразмерные процессы в технологиях ДИВЭ: Тематический сборник статей / под общей ред. А.А. Долинского; Институт технической теплофизики НАН Украины. — Киев : Академперіодика, 2015. — 464 с.
9. Пат. України №114143 МПК (2016.01) C02F 9/00 C02F 1/64 (2006.01) Установка для аераційного знезалізнення підземних вод / А.А. Долінський, О.М. Ободович, Т.А. Резакова, А.М. Фіщенко; Заявка u2016 10091; заявл. 04.10.2016, опубл. 27.02.2017, бюл. № 4.
10. Курбатов А.Ю. Интенсификация процесса очистки воды от железа с применением волновых гидродинамических устройств: дис. канд. техн. наук. 02.00.04. Москва, 2014. — 118 с.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Шановні колеги!

Редакційна колегія журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» запрошує вас до публікації наукових праць.

До друку приймаються рукописи, які раніше не були опубліковані в друкованих та електронних виданнях. Автор, який подає матеріали до друку, зберігає за собою всі авторські права та надає відповідному виданню право першої публікації, дозволяючи розповсюджувати даний матеріал із зазначенням авторства й джерела первинної публікації, а також погоджується на розміщення її електронної версії на сайті Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського та у відкритому доступі в електронній мережі університету і на сайті журналу <http://journal.nuft.edu.ua>. Автор надає право редакційній колегії на рецензування та відхилення поданих для опублікування матеріалів. В одному номері може бути опублікована лише одна стаття автора (як власна, так і в співавторстві).

У редакційно-видавничий відділ необхідно представити:

- файл статті;
- рецензію доктора наук певної галузі (за тематичною спрямованістю статті). Якщо один із авторів статті є доктором наук, то рецензія необов'язкова;
- роздруковку тексту статті, що відповідає наданому файлу;
- заяву з підписами автора(-ів) про те, що надіслана стаття раніше не друкувалася і не подана до будь-яких інших видань;
- витяг з протоколу засідання кафедри (підрозділу) з рекомендацією роботи до друку.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті подаються у вигляді вичитаних роздручків на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word). У тексті статті не повинно бути порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані. Обсяг статті має бути не менший 15 тис. знаків і не перевищувати 24 тис. знаків (як виняток, не більше 40 тис. знаків).

ПОСЛІДОВНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ

1. Індекс УДК.
2. Назва статті (англійською та українською мовами).
3. Ініціали та прізвища авторів англійською та українською мовами (не більше чотирьох авторів).
4. Анотація англійською та українською мовами (1 800 символів з пробілами). Анотація має містити коротку інформацію про мету, об'єкт та методику досліджень, основні результати й рекомендації щодо їх застосування.
5. Ключові слова (5—6 слів/ключових словосполучень англійською та українською мовами).
6. Структура текстової частини:
 - постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями;
 - аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор;
 - формулювання мети статті;
 - викладення основного матеріалу;
 - висновки і перспективи подальших наукових досліджень.
7. Після тексту статті в алфавітному або порядку цитування в тексті наводиться список літературних джерел (не менше п'яти джерел, не більше дванадцяти). Бібліографічні описи оформляються згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006, ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 і ДСТУ3582:2013. У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання. Не допускається 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.